40
160

Walkoff

DER PRAKTISCHE

RÜBENZUCKERFABRIKANT

UND

RAFFINADEUR.

Holzstiche
aus dem xylographischen Atelier
von Friedrich Vieweg und Sohn
in Braunschweig.

Papier
aus der Papier-Fabrik
der Gebrüder Vieweg zu Wendhausen
bei Braunschweig.

DER PRAKTISCHE

RÜBENZUCKERFABRIKANT

UND

RAFFINADEUR.

Ein

Lehr- und Hülfsbuch

für

Rübenzuckerfabrikanten, Betriebsdirigenten, Siedemeister, Maschinenbauer, Ingenieure, Landwirthe und Studirende an landwirthschaftlichen Lehranstalten.

Nach eigenen langjährigen Erfahrungen

bearbeitet von

LOUIS WALKHOFF,

praktischem Rübenzuckerfabrikanten aus Magdeburg.

Bayerische Staatsbibliothek München

Mit einem Vorwort

von

DR. FR. JUL. OTTO,

Medicinalrath und Professor der Chemie am Collegio Carolino zu Braunschweig.

Dritte

neu bearbeitete und vermehrte Auflage.

Mit 210 in den Text eingedruckten Holzstichen, nach Originalzeichnungen der neuesten und besten Constructionen aller Apparate der Rübenzuckerfabrikation.

BRAUNSCHWEIG,

DRUCK UND VERLAG VON FRIEDRICH VIEWEG UND SOHN.

1867.

G. n. 7845 55

Die Herausgabe einer Uebersetzung in französischer und englischer Sprache, sowie in anderen modernen Sprachen wird vorbehalten.

Bayerische Staatsbibliothek München

Bayerische Staatsbibliothek München

Das Werk des Herrn Walkhoff darf, wie ich glaube, einer freundlichen Aufnahme gewiss sein. Es redet die Sprache des Praktikers, welche den Dirigenten der Rübenzuckerfabriken und den Siedemeistern die liebste, die verständlichste Sprache ist. Man fühlt beim Lesen des Werkes, dass der Verfasser, selbst Zuckerfabrikant, mit ganzer Seele, ja mit wirklichem Enthusiasmus der Rübenzuckerfabrikation zugethan ist, und dass er nichts mehr wünscht als einen rationellen Betrieb in allen Fabriken eingeführt zu sehen, wozu er in anregender Weise den Weg zeigt, mit der grössten Offenheit die von ihm gemachten Erfahrungen mittheilend. Die Kapitel von der Gewinnung des Saftes, von der Behandlung der Säfte, von der Filtration, vom Kochen und andere, müssen mit wirklichem Vergnügen und mit entschiedenem Nutzen von Denen gelesen werden, welche diese Operationen zu leiten haben. Die Maschinen, Utensilien und Apparate, besonders die manchfachen Verdampfapparate der Fabriken sind kritisch beleuchtet und wichtige Fingerzeige, ja selbst specielle Anleitung zu Verbesserungen sind gegeben. Dadurch erhält das Werk unzweifelhaft grossen Werth auch für Ma-

schinenfabrikanten und solche Techniker, welche sich mit der Anfertigung von Maschinen und Apparaten für Rübenzuckerfabriken befassen. Endlich wird das Werk den Lehrern und Studirenden der technischen Chemie oder chemischen Technologie, so wie Allen, welche sich aus irgend einem Grunde für die Rübenzuckerfabrikation interessiren müssen, ein frisches Bild geben von dem jetzigen Stande dieses so wichtigen Zweiges der Industrie, der schon jetzt eine nie geahnte Ausdehnung erfahren hat.

Braunschweig, 20. April 1857.

Otto.

VORREDE.

Seit dem ersten Erscheinen dieses Werkes (1857) sind eine zweite und die vorliegende dritte Auflage desselben nöthig geworden. Dieser Umstand und mancherlei günstige Urtheile bewährter Fachmänner berechtigen mich wohl zu der Annahme, dass ich das mir gesteckte Ziel wenigstens einigermassen erreicht habe.

Die neueren Erfindungen und Fortschritte, überhaupt die gegenwärtige Entwicklung der Rübenzuckerindustrie liessen eine vollständig neue Bearbeitung und Erweiterung des Werkes für die neue Auflage als Pflicht erscheinen, deren Erfüllung ich mich mit Vergnügen unterzog, soweit es meine der Praxis gewidmete Zeit erlaubte. Die Zeitdauer des Druckes, der Stich der Figuren, sowie auch meine Entfernung vom Druckorte machen es fast unmöglich, auch die letzten und neuesten Erscheinungen zu bringen, welche nach Vollendung des Werkes auftauchten. Der Plan des Ganzen ist aber so angelegt, dass dieselben in Nachträgen leicht dem Hauptwerke nachgeliefert werden können, wie ja auch jetzt schon im Nachtrage verschiedene Methoden besprochen sind.

Meine vielfachen Reisen nicht nur in Deutschland, sondern auch in Frankreich, Belgien, Russland und Ungarn gaben mir Gelegenheit, auch andere Verfahrungsweisen als in

Deutschland üblich, kennen zu lernen, ich unterwarf sie ebenfalls einer Besprechung, da dieses Werk nicht für ein specielles Land, sondern für die gesammte Ausdehnung der Rübenzuckerindustrie bestimmt ist, und gebe mich daher der Hoffnung hin, meinen Lesern, welche möglichste Vielseitigkeit wünschen, mit dieser Erweiterung oder Vervollständigung einen Dienst erwiesen zu haben.

Da auch die Raffination in einem besonderen Abschnitte ausführlicher als früher behandelt ist, so erschien es nöthig, die neue Auflage unter dem Titel: „Der praktische Rübenzuckerfabrikant und Raffinadeur“ erscheinen zu lassen.

Schliesslich sage ich noch allen jenen Herren, welche die Güte hatten, mich mit Originalzeichnungen und sonstigen Mittheilungen zu unterstützen, hiermit meinen aufrichtigsten Dank für ihr freundliches Wohlwollen; besonders aber muss ich dem Herrn Verleger meine Anerkennung für die vorzügliche Ausstattung des Buches darbringen. Derselbe hat die Kosten nicht gescheut, fast alle Holzschnitte des Werkes neu stechen zu lassen, und hat durch die vortreffliche Ausführung die Deutlichkeit der Darstellung höchst wirksam unterstützt.

So übergebe ich denn die neue Auflage der Oeffentlichkeit mit der Bitte, bei Beurtheilung derselben eine gleiche Nachsicht walten zu lassen, wie bei den früheren Auflagen.

Kief, im August 1865.

Louis Walkhoff.

INHALT.

Seite

Geschichtliches . 1
Von der Erzeugung der Rüben 9
Der Boden und seine Bearbeitung —
Die chemischen Bestandtheile des Bodens 10. — Mittheilung einiger Bodenanalysen 12. — Die physikalische Beschaffenheit des Bodens 18. — Die Bearbeitung der Ackerkrume 19.
Vorfrucht und Düngung . 23
Einfluss der Vorfrucht auf den Rübenbau 23. — Einfluss der Düngung auf die Qualität der Rübe 27. — Entnahme einer Ernte an Düngstoffen pro 1 Magdeburger Morgen 28. — Zweck der Düngung für Zuckerrüben 31. — Art der Anwendung des Düngers 36. — Verhältniss der Stoffaufnahme während des Wachsthums der Rüben 37. — Die gebräuchlichen Düngungsmittel, als: Gründüngung 38; Stalldüngung 39; Knochen 42; Guano 43; Rapskuchen 44; Asche 45; Kalk 45; Abfälle der Zuckerfabrikation 46.
Aussaat des Rübensamens . 50
Allgemeine Bedingungen für das Keimen von Samen überhaupt 50. (Luft, Feuchtigkeit, Wärme 51; Licht, Alter des Samens 52.) — Verschiedene Zubereitung des Saatbettes 53. — Zeit der Aussaat 55. — Qualität des Rübensamens 61. — Behandlung des Samens vor dem Säen 63. — Bedarf an Samen pro Morgen 67. — Tiefe, in der der Samen liegen soll 68. — Grösse der Bodenfläche pro Pflanze 71. — Vertheilung auf der Ackerfläche 73. — Handsaat und Maschinensaat 75. — Walzen nach der Saat 79.
Rübencultur . 80
Factoren für das Gedeihen der Rübe 81. — Wärmemengen 82. — Nasse und trockene Jahre 83. — Die Entwickelung der Rüben 84. — Verziehen der Pflanzen 87. — Verhältniss des Wachsthums zwischen Wurzel und Blatt 89. — Einfluss des Hackens auf Wachsthum und Zuckergehalt 92. — Maschinenbearbeitung 95. — Zusammenhang zwischen Blättern und Ringen der Rüben 98. — Einfluss der Blätter auf den Zuckergehalt 99. — Gewichtszunahme der Rüben im

Seite

Herbste 103. — Zunahme des Zuckergehaltes im Herbste 104. — Relative Abnahme der unorganischen und organischen Bestandtheile in den späteren Vegetationsstadien 107. — Verhältniss zwischen Grösse und Zuckergehalt der Rüben 108. — Flachcultur und Dammcultur 110.

Beurtheilung der Rübe und Werth derselben, basirt auf ihre Zusammensetzung . 112

Aeussere Kennzeichen 112. — Mittel, die Reinheit der Säfte zu bestimmen 113. — Einfluss der Quantität und Qualität der Aschenbestandtheile 117. — Die Menge stickstoffhaltiger Verbindungen 122. — Einfluss dieser fremden Substanzen auf Melassebildung 125. — Tabellen, um die zu erwartende Zuckerausbeute bei den verschiedenen Gehalten der Rübe à priori ersehen zu können 130.

Die Mittel zur Vertilgung der Rübenfeinde 135

Von der Samenzucht . 138

Kosten der Rübencultur. — Ernte und Aufbewahrung der Rüben . 144

Kosten der Zuckerproduction 146. — Bedingungen der Aufbewahrung: Vorbeugen jeder Erhitzung 149; Verhinderung des Frostes 154; geringe Wasserverdunstung 155; Luftwechsel 157; Abschluss von Licht 158; Abwesenheit faulender Stoffe 159. — Conservirung durch Trocknen 160. — Aufbewahren der Rüben in Miethen 162; in Kellern 165. — Ausgraben der Rüben 167.

Die Gewinnung des Saftes aus den Rüben 169

Waschen und Putzen der Rübe —

Rübenwagen 173.

Das Reiben der Rübe . 174

Beschreibung der Reibemaschine 175. — Material und Form der Reibeblätter 176. — Zuführung der Rüben an die Reibetrommel: Poussoirs mit excentrischen Scheiben 177; Poussoirs mit Krummzapfen 179; Klusemann's Zuführwalze 181; Robert's Schlauch 183. — Zuführungswinkel 186. — Stellbare Schiene 187. — Leistungsfähigkeit einer Reibe, bedingt durch Grösse und Geschwindigkeit 188. — Kraftbedarf der Reibe 189. — Einschliessung von Luft 190.

Die Saftgewinnung mittelst hydraulischer Pressen 191

Theorie der Wirknng 191. — Berechnung der Kraft 192. — Beschreibung der Pumpen 193. — Das Beschicken der Presse 200. — Die Zwischenplatte 203. — Presstücher und Pressbeutel 203. — Mechanisches Einsetzen des Pressstosses 204. — Die Controle der Wirkung, das Manometer 208. — Ursachen des Zerspringens der Cylinder 209. — Grösse des Drnckes pro 1 □″ in grossen und kleinen Pressen 210. — Saftausbeute bei verschiedener Grösse der Packflächen 211. — Vortheile grosser Pressen 212. — Saftausbeute bei verschiedenen Breimengen 215. — Verhältniss von Druck und Saftergebniss 215. — Saftmenge in den verschiedenen Zeiten des Pressens 216. — Einfluss der Dichtigkeit des Saftes auf die Saftausbeute 217. — Einfluss der Feinheit des Breies 218. — Wasserzufluss auf die Reibe 218. — Eintauchen der gepressten Kuchen 220. — Zerreiben derselben unter Wasserzufluss 222. — Haltbarkeit roher Rübensäfte 223. — Zeitdauer des Saftgewinnes 224. — Haltbarkeit und leichtere Reinigung der Presstücher 225. — Tücherwäsche 226.

Seite

Werth und Bestandtheile der Pressrückstände 229. — Kosten der Anlage der Pressen 231. — Gewinnungskosten pro 100 Pfd. Saft bei einfachem Pressen 233; bei zweifachem Pressen mit Nachreiben 234; bei continuirlicher Arbeit 235.

Saftgewinnung mittelst Schleudern 237

Beschreibung der Maschinen 238. — Berechnung der Kraft 243. — Leistung bei verschiedenen Breimengen und Zeiträumen 245. — Ausbeute an Saft bei verschiedenen Mengen Deckwasser 246. — Theorie der Wirkung des Wassers 247. — Zuckergehalt des Saftes der Träber bei verschiedenen Verhältnissen von Brei, Wasser und Zeit 248. — Der Zuckergehalt der Träberflüssigkeit ist nicht maassgebend für Saftgewinn 249. — Stärkere Extraction der inneren und der äusseren Träberschicht 251. — Vorsicht beim Wasserdecken 252. — Leichtigkeit der Arbeit 253. — Arrangement der Centrifugen 254. — Anlagekosten und Reparatur 256. — Selbstkosten pro 100 Pfund unverdünnten Saftes 257.

Die Maceration . 258

Theorie der Wirkung der Maceration 259. — Schwierigkeit, die Wirkung der Osmose in Rechnung zu ziehen 260. — Zusammenstellung der theoretischen und praktischen Resultate 263. — Schützenbach's Apparat 266. — Verhältniss von Brei und Wasser in jedem Gefässe 267. — Beschreibung der Arbeit 267. — Dauer des Saftgewinnes 271. — Die Menge praktisch erzielten Saftes dabei 272. — Selbstkosten pro 100 Pfd. Saft ursprünglicher Dichte 275.

Vergleichung der gebräuchlichsten Methoden der Saftgewinnung 276

Zusammenstellung der Selbstkosten von 100 Pfd. Saft ursprünglicher Dichte bei verschiedenen Saftgewinnungsmethoden 278. — Bestimmung des relativen Werthes der Methoden 280. — Der Werth der Futterrückstände 291.

Andere Saftgewinnungsmethoden mittelst Maceration 292

Dombasle's Maceration 293. — Pelletan's Levigateur 294. — Hallete und Boucherie 294. — Schischkoff's Maceration 295. Robert's warme Maceration 296. — Die Maceration aus getrockneten Rüben 302. — Kostenberechnung derselben 304. — Kalken des Rübenbreies 307. — Baudrimont's Versuche mit den Real'schen Filterpressen 307.

Ermittlung des Zuckergehalts der Träber 308

Bestimmung der einzelnen Bestandtheile des Rübensaftes nach Qualität und Quantität . 317

Die Dichtigkeit des Saftes bestimmt: durch das 100 Grammfläschchen 318; durch Scalenaräometer, nach Gay-Lussac 321, nach Balling 325, nach Brix 326, nach Baumé 327. — Bestimmung des Zuckergehaltes: durch Polarisation 332; Instrument von Mitscherlich 335, von Soleil 349, von Ventzke 362; durch Gährung 380; durch alkalimetrische Versuche nach Péligot, Schatten etc. 384; durch alkalische Kupferoxydlösung 385; durch Ausziehen mit Spiritus 386. — Bestimmung des Substanzgehalts 388. — Bestimmung des Aschengehalts 390. — Bestimmung der Proteïnstoffe durch Gerbstofflösung 391, durch übermangansaures Kali 395, durch Bestimmung des Stickstoffs 396.

Seite

Die Gewinnung des Zuckers aus dem Safte 401

Eigenschaften und Verhalten der Hauptbestandtheile des Rübensaftes im Laufe der Fabrikation —

Eigenschaften: des Zuckers 401, des orange Extractivstoffes 405, der Kieselsäure und Chlor 406, der Phosphorsäure, Oxal- und Citronensäure 407, des Kalkes 407, der Alkalien (Kali und Natron) 409, der Proteïnsubstanzen und des Extractivstoffes 413.

Die Scheidung des Saftes . 414

Einrichtung der Scheidepfanne 415. — Scheidung selbst 416. — Schaumpresse 418. — Theorie der Scheidung 419. — Analyse des Scheideschlammes 420. — Kalkmenge zur Scheidung 422. — Zeitdauer der Scheidung 427. — Grösse der Kessel- und Heizfläche 428. — Kosten der Scheidung 430. — Zuckerverlust dabei 432. — Vorschläge, denselben ohne Kosten zu verringern 433.

Ueber die Behandlung der Rübensäfte nach der Scheidung im Allgemeinen . 436

Bestimmung des Kalkgehalts 438. — Entfernung des Kalkes durch Kohlensäure 443, durch Vorkochen 445, durch Knochenkohle 446. — Graphische Darstellung der Alkalinität der Säfte in den verschiedenen Stadien 448. — Die Entfärbung der Säfte 449. — Entfärbende Wirkung der Kohle 451. — Die Veredlung oder Reinigung der Säfte 453. — Reinheitsquotient 454. — Graphische Darstellung der Reinigung durch alle Stationen der Fabrik 456. — Gehalt der Säfte an unorganischen und organischen stickstoffhaltigen Stoffen 459. — Zeitdauer der Fabrikation 460. — Haltbarkeit der Säfte im Verhältniss zur Reinheit und zum Kalkgehalte derselben 461.

Behandlung des Saftes mit Kohlensäure 465

Gewinnung der Kohlensäure durch Verbrennung 466, beim Brennen des Kalksteines in Oefen 467, in Retorten 469, aus gährenden Flüssigkeiten, aus Schornsteinen 470. — Bestimmung des Gehaltes eines Gases an Kohlensäure 471. — Die Anwendung der Kohlensäure zur Saturation 472. — Analyse der Rückstände der Saturation 474. — Vorfilter 475. — Kostenberechnung der Saturation 477. — Baumann's Flüssigkeitsheber 479.

Filtration des Saftes über Knochenkohle 480

Zweck 480. — Geschichtliches 481. — Einrichtung, Grösse, Form und Zahl der Filter 483. — Offene und geschlossene Filter 492. — Kennzeichen einer guten Knochenkohle 493. — Bestimmung ihrer Wirkung durch das Polarimeter 497. — Körnung der Kohle 499. — Wirkung verschiedener Mengen Kohle 500. — Verlust bei der Filtration 501. — Gang eines Filters in jeder Stunde der Wirkung 505. — Dicksaft und Dünnsaft über demselben Filter 506. — Absorption der Salze zu Anfang und Ende 508. — Vortheile des Uebersteigens 509. — Absüssen 510. — Ideen über Wiederbelebung im Filter 513. — Kosten der Filtration 514.

Die Verdampfung der Säfte . 515

Berechnung der zu verdampfenden Wassermenge 516. — Verdampfung über freiem Feuer 517. — Verdampfung mittelst Dampf in offenen Pfannen 520. — Verdampfung in geschlossenen Gefässen mit directem Dampfe 524. — Trockene Luftpumpe 526. — Spannkraft

Seite

der Dämpfe und ihre Dichtigkeit 527. — Sicherheitsgefäss gegen Zuckerverlust 528. — Verdampfung mittelst abgehender Maschinendämpfe bei einfacher Wirkung 529, bei mehrfacher Wirkung des Dampfes 534, mit geradstehenden Röhren 535 (Robert's Apparat 538), mit Schlangenröhren 546. — Nasse Luftpumpe 550. — Zusammenstellung der Verdampfungskosten bei verschiedenen Abdampfapparaten 551.

Das Verkochen des Zuckers im Vacuumapparate 552
Einrichtung desselben 554. — Sieden auf Rohzucker 561. — Probenehmen 563.

Die Ausbeute an Zucker aus der Füllmasse 565
Berechnung derselben 567. — Arbeit mit Formen 569, mit Schützenbach'schen Kästen 570, mit Centrifugen 570. — Maischmaschine 575. — Kosten für Formen und Schleudern 578. — Ausbeute an erstem und zweitem Product und in Summa 580.

Vergleichende Betrachtungen über Erhitzung, Verdampfung, Eindicken nebst Erwähnung anderer Methoden 582

Das Raffiniren des Rohzuckers . 589

Das Klären, Filtriren, Kochen und Füllen der Raffinade —
Bestandtheile: des Rohzuckers 589, des Blutes 590. — Das Klären des Rohzuckers 592. — Das Filtriren über Kohle 593. — Ventzke's Entfärbungsmesser 594. — Stammer's und Greiner's Chromoskop 596. — Verlust bei der Filtration 598. — Menge der Filter und Regulirung ihres Laufes 599. — Das Kochen der Raffinade und des Saftmelis im Vacuo 601. — Das Anwärmen 604. — Formenwaschmaschine 606. — Das Füllen der Brode 607.

Bodenarbeit und Trockenstube 608
Die Bereitung der Deckkläre 609. — Das Decken 613. — Der Nutschapparat 614. — Die Trockenstube 617. — Die Farinmühle 621.

Ueber Candis-Krystallisation . 622
Allgemeines über Krystallisation 622. — Temperatur und Concentrationsgrade 629. — Die Proben 631. — Das Kochen im Vacuo 633. — Die Stoven 637. — Die Behandlung der Potten 638.

Ueber Anlage und Organisation einer Raffinerie 639

Die Knochenkohle und ihre Wiederbelebung 643

Allgemeines . —
Zusammensetzung der Knochenkohle 643. — Entfärbungsvermögen 644. — Kalkabsorbirende Kraft 645. — Absorbirende Kraft für andere Stoffe 646. — Ihr Verhalten zu unreinem Wasser 647.

Entfernung des Kalkes mittelst Salzsäure 649
Das Säuern im Filter selbst 649. — Die Menge der erforderlichen Säure 650. — Lösungsvermögen der Salzsäure für Kalk 652.

Entfernung der organischen Stoffe durch Gährung oder Aetzlauge . 653
Die nasse Gährung 654. — Die trockene Gährung 655. — Anwendung der ätzenden oder kohlensauren Alkalien 657. — Das Kohlenkochgefäss 658.

Das Waschen der Kohle . 659
Die Handwäsche 659. — Die Schneckenwaschmaschine 660. — Die

Seite

Hoffmann'sche 661. — Die Klusemann'sche 662. — Die Cönner'sche 664.

Das Glühen der Kohle 665

Der Schatten'sche Glühofen 667. — Glühcylinder mit Röhrenkern 668. — Langen'scher Patentrost 670. — Beste Temperatur zum Glühen 672. — Graphische Controle derselben 673. — Kosten der Wiederbelebung und Abfall dabei 676.

Die Bestimmung der Qualität, sowie des Kalk- und Gypsgehaltes der Kohle 677

Durch Gewicht und Maass 677. — Schatten's Kalkbestimmung 679. — Otto's Methode 681. — Durch Kohlensäurebestimmung 683. — Durch Gewichtsanalyse 683. — Mohr's volumetrische Methode 685. — Scheibler's Apparat 686. — Behandlung der Kohle mit Melasse 689.

Anlage der Zuckerfabriken und Ueberwachung des technischen Betriebes derselben 695

Ueber die beste Organisation sämmtlicher Apparate einer Rübenzuckerfabrik —

Filterbatterie 706. — Betriebsmaschine 712. — Dampfheizung 715

Ueber den Wasserverbrauch der Rübenzuckerfabriken 717

Ueber den Dampfverbrauch einer Rübenzuckerfabrik 719

Ueber die Ansammlung und Ableitung der sog. Retourwässer . . 722

Ueber Abkühlung der Dampfleitungen und Ueberhitzung des Dampfes 728

Ueberwachung des technischen Betriebes 732

Vorherbestimmung der Ausbeute an Füllmasse, Rohzucker und Melasse aus 100 Rübe 738

Verlust an Zucker in der Fabrikation, Mittel denselben zu vermindern 747

Menge der erforderlichen Arbeiter 753

Ueber die Verarbeitung des Runkelrübensyrups (Melasse) zu Spiritus 755

NACHTRAG.

Das Frey- und Jelinek'sche Verfahren 765

Entwicklung des Verfahrens 766. — Die Saturationspfannen 769. — Zuckerverlust 772. — Vortheile des Verfahrens 780. — Prüfung der Kohlensäure 781. — Kohlensäurepumpen 782. — Kohlensäureinjector 783. — Mechanische Schlammfilter 785.

Verschiedene Vorschläge zur Behandlung der Säfte 790

Mittel, welche die Alkalien und den Kalk unschädlich machen oder eliminiren sollen —

Chlorcalcium (Michaelis) 791. — Chloraluminium 793. — Saurer phosphorsaurer Kalk 794. — Phosphorsaures Ammoniak 795. — Caseïn (Krüger) 798. — Seife (Garcia) 798. — Stearin- oder Oelsäure (Wagner), schwefelsaure Thonerde und Alaun (Derosne und Howard), oxalsaure Thonerde (Mialhe) 799, essigsaure Thonerde (Oxland), Gallertsäure (Claës) 800.

Seite

Vorschläge zur Verminderung oder Abscheidung der organischen Bestandtheile der Säfte . 801
Schwefelsäure (Achard) 801. — Kalk: Rousseau's Scheidung, Michaëlis' Vorschlag der Fractionirung, des Verfassers Versuche darüber 802; Possoz-Périer's Verfahren 803; Maumené's kalte Scheidung 806; Vorkochen mit Kalk 807; Gerbsäure oder Tannin 808; schwefligsaurer Kalk (Melsens etc.) 811; Eisenoxydhydrat 812; Baryt (Dubrunfaut) 813. — Spiritusextraction von grünen Rüben 814. — Extraction von getrockneten Rübenschnitten (Schützenbach) 815. — Darren 821. — Fabrikationskosten 828.

Ueber die Menge der Alkalien, welche von der Knochenkohle bei der Filtration aufgenommen wird 829

Der Salzmesser . 840

Ueber Dubrunfaut's Verfahren der Entsalzung der Melasse, „Osmogêne" genannt . 843

Des Verfassers Methode zur vollständigen Gewinnung des Rübensaftes aus den Pressrückständen 857

Einige weitere Verbesserungen der Apparate zu diesem Verfahren . 887

TABELLEN.

Vergleichung der Temperaturgrade nach Réaumur, Celsius und Fahrenheit . 892

Vergleichung von Maass, Gewicht und Geld verschiedener Länder . . 894

Ueber das Verhältniss von Zucker und Wasser in Lösungen von verschiedener Dichte (Gewicht und Maass) 895

Gewicht von 1000 Liter Zuckerlösung bei allen Graden Baumé, nebst Zucker- und Wassergehalt bei diesen Dichten in französischem Maass und Gewicht . 896

Zur Analyse von Zuckersäften mittelst Soleil's Polarimeter 897

Reduction der Grade der Brix'schen Spindel auf Baumé'sche Aräometergrade . 899

Reduction der Baumé'schen Aräometergrade auf Grade der Brix'schen Spindel . 900

Vorschläge zur Verminderung oder Abscheidung der organischen Bestandtheile der Säfte . . . 901
Schwefelsäure (Achard) 901. — Kalk; Kuhlmann's Scheidung; Michaëlis' Vorschlag der Kalkscheidung; des Verfassers Versuche darüber 907; Possoz-Perier's Verfahren 908; Maumené's kalte Scheidung [illegible]; Verbindung mit Kalk [illegible]; Gerbsäure oder Tannin [illegible]; schwefligsaurer Kalk [illegible] 911; [illegible] Dubrunfaut [illegible] 911. — [illegible] 911. — [illegible] — [illegible]

Ueber die Menge der Alkalien, welche von der Knochenkohle bei der Filtration aufgenommen wird . . . 829
Der Salzmesser . . . 840
Ueber Dubrunfaut's Verfahren der Entsalzung der Melasse, „Osmogène" genannt . . . 849
Des Verfassers Methode zur vollständigen Gewinnung des Rübensaftes aus den Pressrückständen . . . 867
Einige weitere Verbesserungen der Apparate zu diesem Verfahren . . . 867

TABELLEN.

Vergleichung der Temperaturgrade nach Réaumur, Celsius und Fahrenheit . . . 892
Vergleichung von Maass, Gewicht und Geld verschiedener Länder . . . 894
Ueber das Verhältniss von Zucker und Wasser in Lösungen von verschiedener Dichte (Gewicht und Maass) . . . 897
Gewicht von 1000 Liter Zuckerlösung bei allen Graden [illegible], Zucker und Wassergehalt bei diesen Dichten in französischem Maass und Gewicht . . . 898
Zur Analyse von Zuckersäften nach [illegible] . . . [illegible]
Reduction der Grade der Balling'schen Spindel auf Baumé'sche Aräometergrade . . . 899
Reduction der Baumé'schen Aräometergrade auf Grade der Balling'schen Spindel . . . 900

Geschichtliches.

Der Zucker scheint als Versüssungsmittel bereits seit der frühesten Zeit bekannt gewesen zu sein. Schon die Griechen und Römer erwähnen „einer Art Honig auf den Blättern eines Rohres“ (Dioskorides 41 n. Chr.), die Indier „tranken den süssen Saft eines Rohres“ und die Chinesen verstanden es, wie Humboldt vermuthet, vielleicht noch früher, den Zucker aus dem Rohre zu pressen, da auf sehr altem chinesischen Porzellan die Gewinnung des Zuckersaftes dargestellt sein soll. Die Aerzte zu Nero's und Trajan's Zeiten (Plinius d. J. 98 n. Chr.) beschreiben den Zucker als „indisches Salz“, das „an Härte und Farbe dem gewöhnlichen Salze, an Geschmack aber dem Honig gleiche“. Hier treffen wir also schon den Zucker in verschiedenen Formen, im flüssigen und festen Zustande, als Arzneimittel und als kräftigende, angenehme Nahrung, wie ja auch noch jetzt die Schwarzen in Amerika während der Ernte des Zuckerrohres vom Genusse seines Saftes ganz besonders gut gedeihen sollen.

Dürfen wir uns daher wundern, wenn der Zucker, in dem die Natur das Angenehme mit dem Nützlichen verbunden hat, bald eine allgemeine Verwendung über den ganzen Erdball fand, wenn in den meisten Ländern die ausgedehntesten Versuche zu seiner Gewinnung gemacht wurden?

Die fortschreitende Cultur, die den Menschen unwillkürlich an neue Lebensbedürfnisse gewöhnt, und seinen Geist und seine Erfindungskraft ansporntеn, dieselben zu befriedigen, hat die Zuckergewinnung in fast allen Ländern so verallgemeinert, dass man heute den Culturzustand eines Volkes wohl ebenso sicher nach dem

Verbrauch von Zucker, als nach dem Verbrauch von Seife beurtheilen kann.

In Europa scheint der Zucker durch die Kreuzzüge bekannt geworden zu sein, und so hat merkwürdiger Weise das vernichtende Schwert dazu dienen müssen, einen jetzt blühenden Industriezweig der friedlichsten Art zu gründen. Venedig, dessen Flotten die Meere durchkreuzten und den Austausch der Güter vermittelten, erhielt den ersten Zucker im 11. Jahrhundert; später war es wiederum ein Venetianer, der die Kunst erfand, den Zucker zu raffiniren, ihn in veredelter Form darzustellen.

Im Jahre 1148 soll das Zuckerrohr in Cypern und Sicilien gepflanzt worden sein, von wo es sich wahrscheinlich über die andalusische Küste ausbreitete, dann nach Madeira und 1506 nach Westindien verpflanzt wurde. Schon im Jahre 1597 soll in unserem Vaterlande, in Dresden, eine Zuckerraffinerie bestanden haben und im Anfange des 16. Jahrhunderts bereits die Anwendung des Kalkwassers und des Eiweisses zum Raffiniren des Zuckers von Angelus Sala in seiner Saccharologie beschrieben worden sein (Knapp). Von so früher Zeit also datiren schon die ersten schriftstellerischen Aufzeichnungen über die Zuckerfabrication, und es lässt sich wohl annehmen, dass eine gewisse technische Fertigkeit in Bezug auf die Reindarstellung des Zuckers schon damals bestand, da selbst der Name Kandis (also auch die Bereitung desselben) bereits 1595 in der Alchimia des Libavius erwähnt wird (Knapp).

Der Zucker, von dem bisher die Rede war, wurde stets aus dem bekannten indischen Zuckerrohre und dessen verwandten Abarten gewonnen, und erst im Jahre 1747 veröffentlichte der verdienstvolle deutsche Chemiker Marggraf seine Untersuchungen über das Vorhandensein des Zuckers in verschiedenen Wurzeln, besonders aber in den Runkelrüben.

Die Kunst, den Zucker aus Runkelrüben darzustellen, die wir in den folgenden Blättern ausschliesslich betrachten werden, ist daher ein Kind des kalten Nordens und zwar des deutschen Forschergeistes. Sie ist nicht die Frucht des blinden Zufalls und beruht nicht auf so einfachen Manipulationen, als die Entdeckung und Gewinnung desselben aus dem Zuckerrohre, dessen Saft von der üppigen Natur des südlichen Himmels der dortigen trägen Menschennatur als eine fast reine Zuckerlösung dargeboten wurde, die ihren Werth schon bei bloss zufälligem Kosten sofort erkennen lassen musste; nein, die Gewinnung des Zuckers

aus den Runkelrüben ist das langsam aber stetig fort sich entwickelnde Ergebniss ernster Betrachtung, eisernen Fleisses und des Nachdenkens des Nordens, der gegen die Gunst des Klimas die Fähigkeiten des Geistes in die Wagschale wirft.

Diese Entdeckung wurde jedoch nicht sogleich ausgebeutet, sondern erst dem talentvollen Schüler Marggraf's, Franz Carl Achard, gebührt die Ehre, die Prüfung sämmtlicher im europäischen Klima mit Leichtigkeit anzubauenden Gewächse auf die Möglichkeit vortheilhaften Zuckergewinnes von Neuem ausgeführt zu haben, und er hat das grosse Verdienst, der Erste gewesen zu sein, der die Gewinnung des Zuckers in grösserem Maassstabe praktisch ausführte. — Die im Jahre 1796 auf dem Gute Cunern in Niederschlesien bei Steinau an der Oder mit Hülfe Königlicher Unterstützung errichtete Versuchsfabrik hatte für die damalige Zeit einen so hübschen Erfolg, dass der Freiherr von Koppy auf Krain bei Strehlen gleich eine zweite Fabrik errichtete, ebenso wie Nathusius in Althaldensleben. Auch in Böhmen wurden 1802 schon Zuckerfabriken angelegt. Die genaue Beschreibung der damaligen Fabrication finden wir in einem Werke: „Die europäische Zuckerfabrication aus Runkelrüben," namentlich was Cultur, Boden, Düngung und Wahl der zweckdienlichsten Abarten der Rüben anbelangt, schon 1799 und 1812 in einer Ausführlichkeit und Klarheit abgehandelt, dass wir uns mit Erröthen gestehen müssen, als Nachkommen Achard's in diesen Zweigen diejenigen Fortschritte nicht gemacht zu haben, welche bei dem jetzigen hohen Stande der hülfeleistenden Naturwissenschaften möglich gewesen wären. — Die Rübenzuckerfabrication ist eben noch ein Kind des Jahrhunderts und weit entfernt, jene Vervollkommnung erlangt zu haben, deren sie fähig ist. Wenn wir aber den deutschen Gelehrten achten müssen, der schon damals fähig war, ein solches Werk zu schreiben, so müssen wir den deutschen Ehrenmann doch um Vieles höher schätzen, der, wie uns Prinz Louis Napoleon in seinen Schriften p. 171 erzählt, das Anerbieten einer Summe von 50,000 Thlrn., die ihm unter dem Schleier der Anonymität von den Engländern geboten wurden, um die Rübenzuckerfabrication gleich in ihrer Kindheit quasi in ihrem Urheber zu ersticken, ausschlug. Derselbe erlauchte Verfasser (der jetzige Kaiser der Franzosen) erzählt uns ferner, dass im Jahre 1802 dem Gründer der Rübenzuckerindustrie, Achard, nochmals 200,000 Thaler geboten wurden, wenn er ein Werk publiciren wollte, in dem er bestätigte, dass ihn sein Enthusiasmus für die Rübenzuckerfabrication zu weit geführt, und dass die Erfahrung im Grossen

das Nichtige der Versuche im Kleinen klar bewiesen habe! — Achard schlug diese Anerbieten einfach aus, ja er erwähnte derselben nicht einmal in seinen Schriften. Kinder deutscher Erde, lest und staunt! Stolz hebe sich das Herz in der Brust eines jeden deutschen Mannes, so viel Gelehrsamkeit und Geist mit so viel Ehre in dem Gründer der Rübenzuckerindustrie nicht mehr Deutschlands, sondern Europa's vereint zu finden! Wenn ich bei einem so schönen Beispiele gerne verweilte, wolle es mir der Leser gütigst verzeihen; aber solche Züge, die ich nur in anderen Sprachen, wenn auch in Werken, die von der ganzen Welt bewundert werden, fand, verdienen es sicher, auch der deutschen Industrie in allen Schichten bekannt zu werden.

Wenden wir uns nun zur Verbreitung der Rübenzuckerindustrie, deren erstes kindliches Auftreten schon den Besitzern tropischer Colonien so grosse Besorgnisse einflösste. Rasch wachsend, wie ein geniales Kind, erstreckte sie sich bald über Frankreich, Deutschland und Russland. Die Engländer kannten eben den deutschen Geist und ahnten, was sie von der deutschen Gründlichkeit und den stammverwandten Geistern zu erwarten hatten. Sie boten daher nach dem Fehlschlagen der oben erwähnten Pläne andere Mittel auf und veranlassten (wie p. 171 in Prinz Louis Napoleon's Schriften erzählt wird) Sir Humphrey Davy, eine Abhandlung zu schreiben (Traité de chimie agricole), in der er nachwies, dass Rübenzucker bitter sei! — Auch diese gelehrte Abhandlung half nichts, die Bewohner Deutschlands, Frankreichs und Russlands genossen den Rübenzucker trotz der ihm angedichteten Bitterkeit. Während der von Napoleon verfügten berüchtigten Continentalsperre durfte kein Zucker aus den Tropen nach dem nördlichen Festlande kommen. Es musste also im Norden erzeugt werden, was sonst der Süden gab, und die Unterstützung, welche die Souveräne der Rübenzuckerfabrication gewährten, war in der That grossartig. So wurden in Frankreich am 25. März 1811 auf Kaiserlichen Befehl 32,000 Hectaren Feld zu Rüben bestimmt und eine Million Franken zur Aufmunterung ausgesetzt (Louis Napoleon, p. 170), während Preussens König den Begründer dieser Industrie mit grossen Geschenken unterstützte, wie schon oben erwähnt worden. Selbst in Russland hatte Generalmajor Blankennagel schon eine Fabrik im Thulschen Gouvernement im Dorfe Akabef gegründet und erhielt von der kaiserlich russischen Regierung nicht nur eine Hülfe von 50,000 Rubel (Assignaten), sondern es wurde auch ein Ukas veröffentlicht, worin dem-

jenigen Ackerland kostenfrei zugesichert wurde, der Rübenzuckerfabriken erbauen wollte.

Obschon Deutschland die eigentliche Wiege der Rübenzuckerfabrication ist, und die ersten Fabriken daselbst errichtet wurden — 1810 brachte eine Augsburger Fabrik 20,000 Pfund Zucker auf den Markt, und in Battendorf in Sachsen war unter Lampadius eine Fabrik in rationellem Betriebe —, so schien doch dieser Industriezweig verlassen zu werden, und Frankreich gebührt die Ehre, die verlassene Waise aufgenommen und mit dem schönsten Erfolge ausgebildet zu haben. Unter dem Schutze des kaiserlichen Adlers nahm die Entwickelung derselben ihren ersten lebenskräftigen Anfang, und man könnte wohl versucht sein, Napoleon den Ersten den zweiten Vater der Rübenindustrie zu nennen und seinem Andenken diesen friedlichen Lorbeer zu weihen. Aufmunterungen aller Art belebten den französischen regen Forschergeist; so erhielt z. B. am 2. Januar 1812 M. Benjamin Delessert das Kreuz der Ehrenlegion als Anerkennung seiner Erfolge in der Rübenzuckerfabrication, und ausgesetzte Preise, sowie Begünstigungen aller Art spornten die Industrie zum allgemeinen Wettlauf an.

Am 3. April 1811 veröffentlichte Descostils in Frankreich seine Arbeiten über die Scheidung mit Kalk und das Verfahren mit Spiritus (das daher, nebenbei bemerkt, ziemlich alt zu sein scheint). Auch Derosne empfahl den kaustischen Kalk und Alaun zur Scheidung, sowie das Reinigen des Zuckers mit Spiritus. Hermbstädt verwarf den Alaun und sah den Kalk als die einzig richtige Basis der Gewinnung des Zuckers aus Rüben an. — Es erschienen um diese Zeit in Frankreich mehrere Werke über Zuckerfabrication, namentlich von Chaptal, Drapiez, Dubrunfaut, Bazy, Dombasle etc., welche wesentlich dazu beitrugen, den rationellen Aufschwung dieses Fabricationszweiges in Frankreich zu unterstützen, wo die Rübenzuckerindustrie ihre lebhaftesten Beförderer fand. Während Deutschland bis 1815 schon 29 Werke über Rübenzuckerfabrication aufweisen konnte, wie Dr. Bley (1836) anführt, und die ersten Fabriken in Deutschland bestanden hatten, unterlag doch die Fabrication in den Jahren 1812 bis 1836 fast ausschliesslich französischen Einflüssen. Die Entdeckung der Entfärbungskraft der Kohle, namentlich der Thierkohle, und ihre Anwendung in der Rübenzuckerfabrication hatte eine wesentliche Verbesserung der Producte zur Folge. Wenn früher oft 2% Zucker erhalten wurden und 3% schon eine hohe Ausbeute war, so stieg jetzt

dieselbe rasch auf 5 bis 6%. Die Wichtigkeit der Erzielung einer guten Rübe scheint naturgemäss die erste Aufmerksamkeit erregt zu haben; denn wir sehen diesen Punkt in allen früheren Schriften hervorgehoben; später verbesserten sich rasch die mechanischen Hülfsinstrumente bezüglich der Zerkleinerung der Rüben und der Gewinnung des Saftes; der chemische Theil scheint zuletzt befriedigende Erfolge finden zu sollen.

Die Fabriken waren grösstentheils während der Dauer der Continentalsperre gebaut; nach dem Aufhören derselben trat aber wieder der indische Zucker in gefährliche Concurrenz, die hohen Preise fielen und die Fabrikanten mussten dahin streben, die Zuckerausbeute zu erhöhen, überhaupt das Verfahren zu vereinfachen und zu verbessern, wenn sie nicht ihr Unternehmen gefährdet sehen wollten. Die Elasticität des menschlichen Geistes kämpfte gegen die Ungunst der Zeitverhältnisse und besiegte dieselben endlich durch fleissige Beobachtung der Erscheinungen, glückliche Combination und ausdauernden Fleiss auf dem Wege des rationellen Fortschrittes. Dies ist der Weg, den wir auch heute noch einschlagen müssen, um neuen Gefahren zu entgehen. Trotz des Aufhebens der Continentalsperre und des starken Sinkens der Zuckerpreise hob sich doch der neue Industriezweig so, dass seine Production in Frankreich seit 1829 von 4,000,000 Kilogr. im Jahre 1835 auf 40,000,000 Kilogr. gestiegen war. Im Jahre 1857 bis 1858 bestanden in Frankreich 600 Fabriken, die 49,226,091 Kilogr. Rübenzucker erzeugten.

Die Industrie, die im Anfange des Jahrhunderts die ersten zarten Keime entwickelte, und der in der zarten Jugend als einer kränklichen Treibhauspflanze theils mitleidig, theils erbarmungslos jede Zukunft abgesprochen wurde, war eben gewachsen. Es war ein Baum daraus geworden, der schon gegen heftige Stürme Widerstandsfähigkeit genug bewiesen hatte, um zu noch grösseren Hoffnungen zu berechtigen. — Heute steht die Rübenzuckerfabrication stark wie eine deutsche Eiche, die ihre Zweige vom Süden Frankreichs bis nach Sibirien, von Italien bis Schweden streckt und im Kampfe und Sturme gross und kräftiger geworden ist.

Durch die Fortschritte, die diese Industrie in Frankreich machte, wo man das deutsche Kind hegte und pflegte, wurde man in Deutschland wieder auf dieselbe aufmerksam gemacht. Von Oestreich aus ging Dr. Krause 1834 und von Preussen aus Schubarth 1836 nach Frankreich, um über die Fortschritte und den Stand der Fabrication dort sachkundig zu berichten. In Folge dessen und wohl

auch in Folge der berüchtigten Zier-Hahnewald'schen Reclamen entstanden in ganz Deutschland wieder viele neue Fabriken, und es stärkte sich dieser Industriezweig auch hier trotz vieler misslungener Versuche bald so, dass er nicht nur nicht unterstützt wurde, sondern dass man auch Abgaben und Steuern von ihm verlangte.

Im Jahre	1840	wurde	1/4	Sgr.	Steuer,
„ „	1841	„	1/2	„	„
„ „	1844	„	1 1/2	„	„
„ „	1850	„	3	„	„
„ „	1853	„	6	„	„
„ „	1858	„	7 1/2	„	„

von einem Centner Rüben gezahlt. Der Betrag dieser Steuern hat sich also selbst bis zum Werthe des verarbeiteten Rohmaterials erhöht, und es verlangt dieser hohe Steuersatz die Aufbietung aller Kräfte. Wie gross auch die Fortschritte sind, die in den letzten Jahrzehnten die Rübenzuckerfabrication gemacht hat, so hat dieselbe doch noch lange nicht ihren Höhepunkt erreicht. Wenn wir erwägen, wie viel Procent Zucker wir aus den Rüben wirklich gewinnen und wie viel die Analyse in denselben nachweist, so leuchtet ein, wie viel uns noch zu thun übrig bleibt, um diesen Ausfall auf das geringste Maass zu reduciren und um die Aufgabe zu lösen: in der Praxis das zu erhalten, was die Theorie als erreichbar in Aussicht gestellt hat.

Diese geschichtlichen Nachweisungen, die dem gebildeten Manne stets von Werth sein müssen, können zugleich dazu dienen, den strebenden Eifer aller derer anzufachen, die sich mit der Rübenzuckerfabrication beschäftigen. Indem wir den Weg überblicken, der bereits zurückgelegt ist, kommt uns der noch zurückzulegende klein vor! Die Erhöhung der Production in jedem Etablissement hat bisher wesentlich dazu gedient, die Rentabilität desselben zu erhöhen, und wir können die durchschnittliche Verarbeitung einer Fabrik in Deutschland zu 150,000 Centner Rüben annehmen, während im Jahre 1848 nur 68,000 Centner das Mittel war. Es hob sich also die Fabrication in den letzten Jahren bedeutend. Und wenn die Rübenzuckerindustrie auch früher in Frankreich (bis 1836 namentlich) die vorzüglichste Pflege fand, so hat sich doch nach dieser Zeit Deutschland beeilt, diese Schmach durch ein um so eifrigeres Streben in Vervollkommnung des deutschen Kindes zu tilgen. Namentlich erwarben sich Schatten und Schützenbach unbestreitbare Verdienste um den damaligen Stand der Rübenzuckerfabrication. Im Jahre 1851 traten

die Rübenzuckerfabricanten des Zollvereins zu einem Vereine zusammen, der unter Anderem die Aufgabe hatte, durch eine besondere Fachschrift, „Zeitschrift des Vereins für die Rübenzuckerindustrie im Zollverein," einen allseitigen Austausch der Gedanken zu ermöglichen, belehrende Mittheilungen über Proben und Vervollkommnungen in allen Theilen der Fabrication aus dem praktischen Fabrikbetriebe selbst zu bringen und somit rasch alles Neue und Gute zum Gemeingute aller Mitglieder zu machen. — Kein Volk, keine Sprache besitzt ein ähnliches Werk von so umfassenden und gründlichen Arbeiten. Es documentirt, dass für die Jetztzeit eben der deutsche Zollverein wieder die geistige Führung dieser Industrie in die Hand genommen hat.

Diese „Zeitschrift des Vereins für die Rübenzuckerindustrie im Zollverein" wird ein Monument der Arbeiten und Versuche der Mitglieder, der Intelligenz des deutschen Vaterlandes, der stufenweisen Ausbildung der Zuckerfabrication aus Rüben bleiben. Welche Früchte dieses gemeinsame Wirken bereits für die Fabrication getragen hat, erkennt man aus der offenkundigen Thatsache, dass unsere deutsche Rübenzuckerindustrie der aller anderen Länder voraus ist. Die Erträge an Zucker aus einem gegebenen Quantum Rohstoff sind entschieden in Deutschland am höchsten. Die Maschinen und Geräthe zur Gewinnung des Zuckers aus Rüben werden augenblicklich ohne Widerrede nirgends in der Solidität und Zweckmässigkeit construirt, wie in Deutschland, und, fügen wir noch weiter hinzu, nirgends so billig. — Die Rübenzuckerfabrication aller anderen Länder ist in dieser Beziehung weit weniger begünstigt, als die Wiege derselben — Deutschland.

Von der Erzeugung der Rüben.

Der Boden und seine Bearbeitung.

Der Boden, in dem die Pflanzen wachsen, übt einen bedeutenden Einfluss auf das Gedeihen derselben aus; welcher sich bei vielen wildwachsenden Pflanzen sogar so weit steigert, dass nach ihnen mit Sicherheit auf die vorwaltenden Bodenbestandtheile ihres Standortes geschlossen werden kann, indem diese Pflanzen zur Bildung ihres Organismus ganz bestimmter chemischer Verbindungen bedürfen, die sich mithin in dem nahrunggebenden Boden vorfinden müssen (Gyps-, Kalk- und Salz-Pflanzen). Dies darf nicht Wunder nehmen, wenn wir bedenken, dass unter dem Ausdrucke „Boden“ eigentlich eine Reihe von Bedingungen verstanden wird, die zur Ernährung der Pflanzen nothwendig sind; denn der Boden bietet nicht nur das Mittel, in dem sich dieselben durch ihre Wurzeln ausbreiten und befestigen, er ist für sie auch eine directe Nahrungsquelle, er muss ihnen alle die unorganischen Stoffe oder Elemente zuführen, deren sie zu ihrem Aufbau bedürfen, wie Kieselerde, Kalk, Kali etc., und es darf ihm auch nicht ein einziger für die Pflanze nothwendiger Bestandtheil fehlen, wenn sich dieselbe normal entwickeln soll. In einem künstlichen, von allen unorganischen Stoffen befreiten Boden gedeiht keine Pflanze bis zur Ausbildung. Liebig führt in seinen chemischen Briefen p. 173 an, dass das einfache Versetzen einen Baum süsse Mandeln tragen machte, der vorher bittere Mandeln lieferte, was gewiss eines der interessantesten Beispiele des Einflusses ist, den verschiedene Bestandtheile des Bodens auf den Lebensprocess der Pflanzen ausüben. Dem entsprechend giebt sich der grosse

Einfluss des Bodens auch auf die Quantität sowohl als die Qualität der Rübenernte zu erkennen, und es bleibt ein solcher Einfluss natürlich immer der vorherrschende. Es ist jedem praktischen Rübenzuckerfabricanten bekannt, dass in gewissen Böden viele und gute Zuckerrüben wachsen, die sich in den Fabriken leicht verarbeiten lassen, während andere Böden oft wenige aber gute Rüben, noch andere viele aber so schlechte Rüben hervorbringen, dass ihre Verarbeitung auf Zucker gar nicht lohnend ist. Nach solchen Thatsachen liegt wohl die Frage nahe, wie denn ein solcher Boden beschaffen sein muss, der gute Zuckerrüben zu erzeugen im Stande ist? — Aber das Fragen dabei ist leichter als das Antworten, und wenn man sich nicht damit begnügt, „dass der Boden von milder Beschaffenheit, warm, thätig, steinfrei und durchlassend sein muss,“ wie er als reicher „Gerstenboden 1. Classe“ classificirt wird, so wird man sich nach einem halben Jahrhundert des Bestehens der Rübenindustrie vergebens nach genauen Analysen umsehen, die das Charakteristische eines guten Rübenbodens kennzeichnen. Und doch scheint es nicht gar so schwierig zu sein, das Problem zu lösen, da man aus verschiedenen Ländern alle jene Ackerstücke einer gründlichen Untersuchung unterwerfen könnte, die hervorragend die Eigenschaft besitzen, gut Zuckerrüben zu liefern, während anderntheils auch diejenigen Böden, die ganz untaugliche Rüben liefern, damit verglichen werden könnten. Aus einer derartigen grossartigen Zusammenstellung würde vielleicht klar hervorgehen, welche Eigenschaften in chemischer, physikalischer oder meteorologischer Beziehung wesentlich sind.

Bekennen wir, dass wir bis jetzt noch nicht in der Lage sind, selbst aus der besten Analyse eines Bodens auf die Güte der darauf zu erbauenden Rüben zu schliessen, und dass uns nur ein einziges Mittel über die Tauglichkeit des Bodens zum Rübenbau zuverlässige Auskunft giebt — der praktische Versuch! Man baue Rüben und sehe zu, ob sie zuckerreich sind.

Der Einfluss des Bodens kann nun entweder auf seiner chemischen Zusammensetzung beruhen oder in dem physikalischen Verhalten desselben.

Der chemische Bestand des Bodens kann insofern von grosser Wichtigkeit sein, als in demselben eine grosse Menge löslicher Salze enthalten sein können, die in die Rübe übergehen und nachher die Gewinnung des Zuckers aus derselben erschweren. Es scheint nämlich, dass die Rübe aus dem Boden mehr oder weniger Salze aufnimmt,

in dem Maasse, als sie ihr in löslicher und mehr oder weniger concentrirter Form dargeboten werden.

Auch scheint die Rübe eigenthümlicher Weise andere zu ihrem Gedeihen unwesentliche Salze aufzunehmen, wie sie ihr gerade dargeboten werden, wie z. B. Salpeter. In einem salpeterreichen Boden wachsen auch salpeterhaltige Rüben, während dieser Bestandtheil gar nicht in Rüben gefunden wird, die auf sogenannten guten Rübenböden gezogen sind. Eine ähnliche Erscheinung bietet die Gegenwart des Amygdalin in den Kernen der Mandeln, das ebenfalls abhängig sein soll von dem zufälligen Standorte des Baumes. Man wird demnach keinen Boden, der Salpeter enthält, als guten Rübenboden bezeichnen können; auch Chlorverbindungen scheinen ungünstig zu wirken. —

Dr. Grouven führt als Mittel von 11 Bodenanalysen folgende Daten an (Vereinsschrift für Rübenzuckerindustrie Bd. 11, p. 211), die ein Bild bieten sollen von der Menge dessen, was ein normaler und guter Culturboden an wichtigeren Elementen ungefähr enthalten soll.

Die Berechnung ergiebt per 1000 Theile:

Lösliche Mineralsalze		114,88	
Humus		70,37	mit 1,55 Stickstoff (!)
Kali		2,10	
Natron		1,39	
Kalk		18,06	
Magnesia		3,26	
Eisenoxyd, Manganoxyd und Thonerde		53,69	
Phosphorsäure		1,66	
Schwefelsäure		0,36	
Chlor		0,05	
Wasserextract	Mineralstoffe	0,61	
	Humus	0,44	

Derselbe Analytiker untersuchte 9 Bodenarten von rübenbauenden Gegenden, nämlich Schipzig, Salzmünde, Quitschina, Besenstedt, Schwittersdorf, Friedeburgerhöhe, Galgenberg, Benkendorf, Dölitz. Zieht man aus diesen 9 Analysen das Mittel, so gelangt man zu folgenden Zahlen für 1000 Theile:

	im Mittel.	Höchster.	Niedrigster.
Sand und Thon	806,7	866,4	770,8
Lösliche Mineralstoffe	132,0	195,4	99,2
Humus	39,8	48,5	34,4
Bestand der Mineralstoffe, als:			
Kali	5,93	11,83	2,33
Natron	3,86	10,14	0,60
Kalk	14,57	31,42	4,07
Magnesia	5,47	10,16	0,69
Eisenoxyd	29,75	34,59	22,10
Manganoxyd	0,92	1,72	0,25
Aluminiumoxyd	42,40	60,47	26,08
Schwefelsäure	0,63	1,54	0,29
Phosphorsäure	0,76	1,50	0,31
Kieselsäure	43,87	68,75	17,49
Kohlensäure	6,72	20,59	0,10
Chlor	0,214	0,799	0,007
Gesammtstickstoff	1,025	1,258	0,780
In der vierfachen Menge kalten Wassers löslich: Mineralsalze	0,804	2,016	0,472
In der vierfachen Menge kalten Wassers löslich: Organische Materie	0,371	0,976	0,168
Wasserhaltende Kraft	53	64,2	42,7

Betrachtet man die höchsten und niedrigsten Zahlen, so wird man zu dem Schlusse hingedrängt, dass der Boden, auf dem Rüben mit Vortheil gebaut werden, sehr verschiedenartig zusammengesetzt sein kann, und dass der mittlere Gehalt dieser Böden gegen die früheren Daten besonders im Gehalte der Phosphorsäure nachsteht.

Rübenboden aus Schlanstädt wurde im Jahre 1858 untersucht; er enthielt in 100,000 Theilen:

	Ackerkrume.	Untergrund.
Durch kaltes Wasser ausziehbare unorganische Stoffe	42	32
„ „ „ „ verbrennliche „	26	8
	68	40
Gesammtgehalt an: Kalkerde	590	3690
Phosphorsäure	67	63
verbrennlichen (humosen) Stoffen	5300	3800
Stickstoff	99	58

Ich füge hier die Analyse einer anerkannt fruchtbaren Ackererde, welche sich vorzugsweise zur Rübencultur eignet und über einen grossen Theil des südlichen Russlands verbreitet ist, bei.

Schwarzerde (Tschernosem): Nach Demidoff soll sie einen Flächenraum von 60,000 geogr. Quadratmeilen in einer Mächtigkeit von 30 bis 260 Centimeter (= $11^1/_2$ bis 93 Wiener Zoll) einnehmen.

	Petzholdt. I	Petzholdt. II	Petzholdt. III	Schmidt. IV	Schmidt. V	Schmidt. VI	Schmidt. VII	Payen. VIII
Glühverlust der bei 120° getrockneten Erde	18,18	9,48	8,28	12,16	8,29	5,75	8,62	6,95
Stickstoffgehalt der bei 120° getrockneten Erde	0,77	0,33	0,30	0,99	0,45	0,33	0,48	0,17
Von 100 Theilen der geglühten Erde werden durch Salzsäure gelöst	18,15	20,59	12,0	6,23	5,94	5,15	7,27	14,82
Von 100 Theilen der geglühten Erde werden durch Salzsäure nicht gelöst	81,85	79,41	88,0	93,77	94,85	94,85	92,73	85,22
Die 100 Theile geglühter Erde enthalten als löslich in Salzsäure:								
Chlor	0,007	0,01	0,01					
Schwefelsäure	0,26	0,10	0,09					
Phosphorsäure	0,34	0,18	0,18	0,07			0,12	
Kalk	2,34	4,45	0,88	0,78	0,49	0,24	0,88	0,88
Magnesia	0,82	1,37	0,58	0,52	0,23	0,18	0,56	1,05
Eisen- und Manganoxyd	9,89	10,79	} 9,36	2,86	2,37	2,96	3,14	6,05
Thonerde	1,11	1,18		1,09	2,39	1,80	1,34	5,41
Kali	2,32	1,33	0,63	0,21	0,27	0,31	0,25	} 0,82
Natron	0,87	0,98	0,43	0,08	0,11	0,12	0,10	
Summa	18,15	20,59	12,0	6,23	5,94	5,15	7,27	14,82
als unlöslich:								
Kieselsäure	70,94	72,14	78,18					
Eisenoxyd	1,51	1,43	1,74					
Thonerde	4,72	3,96	4,99	93,77	94,06	94,85	92,73	85,22
Kalk	0,26	0,64	0,48					
Magnesia	0,13							
Kali	3,49	1,50	3,08					
Natron	1,44	0,77	1,58					
Summa	81,85	79,41	88,0	93,77	94,07	94,85	92,73	85,22

Gouvernement Tambow.
- Nr. I gedüngte Schwarzerde, in welcher Hanf, Mohn, Kartoffeln u. s. w. cultivirt werden.
- Nr. II Grasboden aus einer Tiefe, die von den Wurzeln nicht erreicht wird.
- Nr. III ein gedüngter, seit Menschengedenken in der Dreifelderwirthschaft cultivirter Boden.

Gouvernement Orel.
- Nr. IV, Nr. V, Nr. VI: noch nicht in Cultur genommener Boden aus verschiedenen Tiefen, nämlich Nr. IV unmittelbar unter dem Rasen, Nr. V 18 Centim. (= 4 Werschock oder 6,8 Wiener Zoll) tiefer, endlich Nr. VI unmittelbar über dem Untergrund.
- Nr. VII ungedüngtes Ackerland.

Ueber Nr. VIII ist nichts Näheres bekannt.

Aber alle diese Analysen erlauben keinen sicheren Schluss, ob ein Boden sich zur Rübencultur vortrefflich eignet, oder ob gar nicht. Dies Problem bleibt der Zukunft vorbehalten. Eine grosse Schwierigkeit dabei mag darin liegen, dass eine Bodenanalyse stets nur angiebt, was der Boden im Augenblicke der Untersuchung enthält, aber nicht, in welchem Maasse diese Bestandtheile den Pflanzen in assimilirbarer Form während der Wachsthumsperiode dargereicht werden. Den wichtigen Einfluss, welchen eine grössere oder geringere Löslichkeit der Bodenelemente auf das Gedeihen der Rüben ausübt, erkennt man besonders in sogenannten nassen Jahrgängen, wo viel Regen den Pflanzen mehr Bodenbestandtheile in löslicher Form darbietet, deshalb mehr Salze von den Rüben aufgenommen werden, und ihre Qualität für die Zuckerproduction mithin bedeutend verschlechtert wird. Die Thatsache ist bekannt genug, dass auf denselben Böden in trocknen oder nassen Jahren der Zuckergewinn aus Rüben um 1 bis $1^1/_2$ % differiren kann, und doch würde die chemische Analyse in beiden Fällen nur wenig Unterschied in der Zusammensetzung des Bodens ergeben. Ebenso ist es auch denkbar, dass ein Boden mit wenig Mineralsalzen doch salzreichere Rüben erzeugt, als eine daran reichere Ackerkrume; wenn nämlich in jenem die leichtlöslichen Alkalisalze (z. B. Chlorkalium), in diesem die schwerer löslichen alkalischen Erdsalze (wie schwefelsaurer Kalk-Gyps) vorherrschen.

Dieser nicht zu unterschätzende Einfluss von der rascheren oder langsameren Löslichkeit der nährenden Bodenelemente bietet eine Klippe bei der Beurtheilung der Bodenarten auf ihre Ertragsfähigkeit für Rüben, die die Wissenschaft bis jetzt noch nicht zu umschiffen im Stande gewesen ist. So viel hat dieselbe aber festgestellt, dass der Boden alle die Mineralbestandtheile in hinreichender Menge und in löslicher Form enthalten muss, welche durch die Elementar-Analyse als der Rübe eigenthümlich erkannt sind, und dass ihm als Dünger davon so viel wiederzugeben ist, als ihm durch die Ernte entzogen wurde.

Wie aber die chemische Zusammensetzung des Bodens einen Einfluss ausüben kann, so ist jedenfalls auch seine physikalische oder mechanische Beschaffenheit sehr beachtenswerth.

Man unterscheidet in der Praxis Sandboden, Thonboden, Lehmboden von Kalkboden, Humusboden etc., je nachdem Quarzsand, Thon, Lehm, kohlensaurer Kalk und Humus im Gemische der Ackerkrume vorherrschen.

Sandboden hält circa . . .	90%	Quarzkörner (nach Schultze Fleeth),
Thonboden „ „ . . .	60%	und mehr abschlemmbaren Thon,
Lehmboden „ unter . . .	60%	Thon
sandiger Lehmboden unter	30%	„
lehmiger Sandboden „	20%	„

Für die Rüben werden die drei letzteren als die milderen Lehmböden der leichten Bearbeitung und Porosität wegen den schweren oder zähen Thonböden vorgezogen, die gern in Klumpen zusammenballen und nicht leicht zerbröckeln, was dann eine schlechte Saatfurche und mangelhaften Aufgang des Samens, sowie gewöhnlich eine schlechtere Qualität der Rüben hoffen lässt.

Nach Leplay's Untersuchungen hatten am 1. October Rüben auf

Thonboden	einen Zuckergehalt per Liter Saft von	114 Grammen
Sandboden	„ „ „ „ „ „	114 „
Kalkboden	„ „ „ „ „ „	117 „
Thonsandboden	„ „ „ „ „ „	104 „

Dies sind leider die einzigen Daten, die wir darüber besitzen.

Der Kalk kommt in den verschiedensten Verhältnissen mit Thon und Sand gemischt vor, wie dies schon durch den Namen Thonmergel, reiner Mergel, Sandmergel etc. bezeichnet wird. Das procentische Verhältniss des kohlensauren Kalkes im Mergel steigt oft bis 80% und ist für den Rübenbau von besonderem Interesse, da die Erfahrung zu lehren scheint, dass die Rüben, die auf Kalk- oder Mergelböden gebaut werden, von vorzüglicher Güte und ihre Säfte namentlich von vorzüglicher Reinheit sind, was in der Zuckerfabrication von um so grösserer Wichtigkeit ist, als die Kunst des Reinigens der Säfte in den Fabriken desto weniger Aufmerksamkeit, Arbeit, Material etc. beansprucht, je reiner die Säfte schon von Natur aus sind.

Ich führe zur Constatirung der Thatsache, dass die Rüben auf Mergelflötzlager oder Kalkboden gezüchtet zu den besten für die Zuckerfabrication gehören, die Bodenmischung der glücklichsten böhmischen Rübenzuckerfabriken an (aus Böhmens Rübenzuckerfabrication 1858, p. 22). Czaslau, Kuttenberg, Neuhof, Philippshof, Radbors, theilweise Ronow, Schleb, Sehuschitz, besitzen grösstentheils einen humusreichen Thon- und milden Lehmboden mit Mergellager.

Vorherrschenden Kalkboden (Pläner-Kalk) hat die Domäne Girna, wo sehr gute Zuckerrüben gezüchtet werden. Kalk und Mergel enthält der Boden bei Schönhof.

In Ostpreussen hatte das Gut Tippeln auf Mergelboden unter gleichen Verhältnissen stets die zuckerreichsten Rüben.

In Schosnitz bei Breslau auf der Besitzung meines Bruders befinden sich sehr zuckerreiche Rüben auf kalkhaltigem Boden (Mergel).

In Südrussland waren die Rüben auf den Smelas'schen Besitzungen als die zuckerreichsten berühmt (die Säfte hatten oft 10° B. und mehr!), so lange nicht frische Düngung die Qualität derselben beeinträchtigte. Im Boden war viel Kalkmergel zu finden. — Auch für Frankreich sprach Leplay 1861 in seinen Untersuchungen die Ansicht aus, dass die Rüben auf Kalkböden gewöhnlich einen zuckerreicheren Saft geben, als auf allen anderen Bodenarten, und dass die auf denselben gezüchteten Rüben keine von einander so abweichenden Zuckergehalte ausweisen, als auf anderen Böden sich oft findet, wo die Rüben auf geringe Entfernung von einander oft um 20 bis 40% im Zuckergehalt variiren, wie jeder aufmerksame Beobachter weiss.

Aus allen diesen praktischen Ermittelungen und vieljährigen Beobachtungen in verschiedenen Ländern scheint hervorzugehen, dass Kalk im Boden gleichmässig vertheilt (als Mergel oder dergleichen) zur Erzeugung einer zuckerreichen Rübe, die sich in den Fabriken auch gut verarbeiten lässt, vortheilhaft ist.

Eine Erklärung dieser Thatsache ist vielfach versucht, aber nicht endgültig entschieden worden. Da Kalk im Boden dessen Erwärmungsfähigkeit und Thätigkeit erhöht, so nehmen die Einen an, dass die Vegetation der Rübe dadurch beschleunigt werde, und in Folge dessen eine solche Rübe zu derselben Zeit der Ernte einen zuckerreicheren und reineren Saft enthalte, als die eines kalkarmen Bodens; eine Annahme, die, wie wir weiter unten sehen werden, durch physiologische Beobachtungen unterstützt wird. Auch führt Schübler an, dass, wenn man die Fähigkeit der Bodenarten, Wärme zurückzuhalten, mit Zahlen belegen wollte, man setzen könnte:

Kalkreicher Sand	100
Kieselreicher „	95,6
Kalkreiche Erde	74,5
Thonboden	68,4
Gartenerde	64,8
Humus	49

(Cosmos. XI année. 20° B. 26 livraison. p. 724)

was für die obige Theorie immerhin als ein starker Beweis angesehen werden könnte. Andere wollen die Umwandlung der organischen Substanzen und der alkalihaltigen Bodenbestandtheile — Feldspathe —

durch kohlensauren Kalk als Grund des rascheren Gedeihens und Reifens der Rübe ansehen und daraus den reineren Saft erklären, während noch Andere die Behauptung aufstellen, dass die Kohlensäure des Kalkes einen wesentlichen Theil zum Aufbau der stickstofffreien Bestandtheile der Rübe (also auch des Zuckers) liefere, oder annehmen, dass der Kalk alle Säuren im Boden sättige, die der Zuckeransammlung stets hinderlich sind.

Leplay geht weiter und behauptet, gefunden zu haben, dass der Kalkgehalt des Bodens in der unmittelbaren Umgebung der Rübe oder ihrer feinen Saugwurzeln sich um $^9/_{10}$ gegen den Kalkgehalt des entfernteren Theils der Ackererde vermindere (?), und zieht daraus den Schluss, dass die Rübe diese Elemente aufnehme, die ihr nützlich wären, und dass zwischen der Menge des Kalkes im Boden und der Anhäufung des Zuckers in den darauf wachsenden Rüben eine enge Beziehung stattfinde (?).

Jedenfalls verdient dieser Einfluss näher studirt zu werden, und es ist sehr zu bedauern, dass wir nicht vielfältige vergleichende Untersuchungen über den Zuckerreichthum der Rüben auf reinem Thon-, Lehm-, Sand- und Mergelboden besitzen.

Derartige Untersuchungen würden um so mehr Aufmerksamkeit verdienen und zur Aufklärung dieser geheimnissvollen Processe um so mehr beitragen, als es eine unbestrittene Thatsache ist, dass die reichhaltige Zuckerbildung in den Rüben während der Vegetation und hauptsächlich während der sogenannten Reife derselben vorzugsweise durch den Boden bedingt wird, und dass ferner auch die Qualität der Rübe überhaupt je nach der Natur des Bodens, auf dem sie gezüchtet, wechselt.

Zwar hört man oft die Meinung aussprechen, es liesse sich ein Boden durch Cultur u. s. w. dahin verändern, dass er Zuckerrüben besserer Qualität hervorbringe, ähnlich wie z. B. die wildwachsende Flora eines Bodens sich ändere je nach grösseren Entwässerungen, Drainagen oder starken Düngungen; aber ich erlaube mir in diesem Falle nach den Principien zu fragen, die befolgt werden müssten, um bestimmt eine zuckerreiche Rübe zu erzielen?

Leider kennen wir noch nicht alle jene Grundbedingungen (wenn auch schon einige Nebenbedingungen erkannt sind), welche das schöne Ziel in jedem Falle sicher erreichen liessen, das wir als das Fundament unserer ganzen geliebten Industrie betrachten müssen, — eine möglichst zuckerreiche und möglichst salzarme Rübe! So lange

aber diese Bedingungen nicht mit aller Klarheit und Bestimmtheit und in allen ihren Consequenzen erforscht und erkannt sind, so lange ist eine versuchende und ängstlich umhertastende Empirie die langsame und unsichere Führerin des schwankenden Experimentators, und jedes Etablissement, welches, sei's nun aus Zufall oder kluger Wahl, einen guten Rübenboden zur Disposition hat, wird den leichten Sieg erringen über jene Gegenden, die mit der Ungunst eines Bodens zu kämpfen haben, dessen Verbesserung schwere Geldopfer verursachen würde und daher auch wohl theurer kommen könnte, als anderer Acker, der diese gewünschten Eigenschaften schon besitzt, während das Gelingen dieser Verbesserungsversuche bei dem heutigen Stande der Wissenschaft nicht einmal annähernd, noch weit weniger aber mit aller Schärfe und Sicherheit verbürgt ist.

Die Prüfung des Bodens für Zuckerrüben bleibt daher auf einen vorhergehenden empirischen Versuch des Anbaues von Rüben und deren sorgfältige Prüfung für die Fabrication beschränkt.

Zwar wissen wir, dass die mechanische Bearbeitung und Lockerung des Bodens, und besonders ein durchlassender Untergrund, seine Erwärmungsfähigkeit, der Wassergehalt, wie überhaupt die klimatischen Verhältnisse für die Rübe von wesentlicher Bedeutung sind; aber dies allein genügt nicht. Die Natur und die Menge der assimilirbaren Nahrungsstoffe sind und bleiben von der grössten, schwierig zu constatirenden Wichtigkeit.

Die Wärme des Bodens trägt zur Bildung des krystallisirbaren Zuckers sehr viel bei, wie die Gewächse der heissen Zone gegenüber denen der kalten Zone deutlich beurkunden. So liebt auch die Zuckerrübe eine warmgründige Ackerkrume und wird in derselben zuckerreicher als in den sogenannten kaltgründigen Böden, die besonders Rüben mit sehr unreinen Säften liefern. Daher liefern denn auch die nach Mittag abhängend laufenden Aecker gewöhnlich bessere Rüben als die Feldstücke in anderen Lagen. Die Wärme erhöht die Thätigkeit des Bodens. Die Zersetzung der Kohlensäure in den Pflanzengebilden soll z. B. nicht unter 10° beginnen. Die Mittel zur Erwärmung des Bodens sind daher immerhin wichtig für den Rübenbau.

Die Feuchtigkeit des Bodens hat ebenfalls grossen Einfluss auf das Gedeihen der Zuckerrübe. Stagnirendes Wasser im Untergrunde wirkt sehr schädlich; die Pfahlwurzel, die oft mehrere Fuss tief in die Erde dringt, stirbt darin ab, die Pflanze erhält ein kränkliches

Ansehen, und der Saft wird wässerig und salzreich, aber um so ärmer an Zucker. Ein warmer und zugleich feuchter Boden liefert dagegen stets gehaltreichere Säfte, während ein zu trockenes Feld die Vegetation behindert und geringe Erträge liefert.

Die meteorologischen Einflüsse üben auf die Qualität der Rübe einen nicht zu verkennenden Einfluss. Die verschiedenen Jahrgänge variiren je nach der Regenmenge und der mittleren Temperatur der Art, dass nasse und kalte Jahre auch schlechte Zuckerrüben erzeugen, während bei warmem und mässig trockenem (wenigstens Herbst-) Wetter zuckerreiche Rüben mit leicht zu reinigenden Säften erzielt werden. — Diese Einflüsse markiren sich deutlich in den Jahrgängen ganzer Länder und lassen die Zuckerausbeute oft um 15% variiren.

Noch wird oft davor gewarnt, die Rüben auf Neuland zu bauen, da die darin befindlichen Säuren und unzersetzten organischen Stoffe der Zuckeranhäufung in den Rüben schädlich entgegenzuwirken scheinen. Dieser Fall kann natürlich nur da zutreffen, wo man es überhaupt mit einem sauren und auch nassen oder kaltgründigen Boden zu thun hat. Ich habe in Südrussland auf hochgelegenem warmgründigen Neulande ganz vorzügliche Zuckerrüben gefunden, deren Qualität die auf dem länger cultivirten Lande bedeutend übertraf. Solches Feld muss daher ein von Natur begünstigter Rübenboden sein, „geborener" Rübenboden, wie Fühling ihn benennt. Derartige Ackerkrume sollte genau untersucht werden und könnte dann als Typus für „Rübenboden" aufgestellt werden, der ohne Kunst, ohne Dung etc. die besten Zuckerrüben hervorbringt.

Die Ackerkrume muss tief und mächtig genug sein, damit die tief eindringende Wurzel der Rübe auch in den unteren Schichten reichliche Nahrung vorfindet. Die Beackerung der Rübenfelder geschieht daher oft bis 18″ Tiefe und wird allgemein im Spätjahre vollzogen. Die Rübe verlangt im Boden eine Menge gelöster Alkalien. Man pflügt daher das Feld im Spätjahre tief durch und lässt es in rauher Furche liegen, damit die Kohlensäure und der Sauerstoff der Luft, die Feuchtigkeit des Regenwassers und Schnees und der Frost die im Ackerboden ungelösten Silicate aufschliessen und sie durch diesen Verwitterungsprocess den ihrer bedürftigen Pflanzen in passender Form zugänglich machen. — Diese mechanische Bearbeitung des Feldes, das Ackern, ist mithin das billigste Mittel, um die im Acker befindlichen Nahrungsmittel in einen für die Pflanzen verwendbaren Zustand überzuführen, und je vollständiger dieser Zweck erreicht wird, desto besser ist un-

streitig die Kunst des Ackerns gehandhabt; deshalb pflügt man den Acker im Spätjahre mehrere Male, da der Wechsel der Oberflächen, die Erneuerung der Schichten der Ackerkrume, die mit der Luft in Berührung kommen, natürlich einen vermehrten Vorrath von löslichen Mineralsubstanzen im Gefolge haben.

Das erste Pflügen nach der Stoppel (bei einer Vorfrucht) geschieht nur flach, damit die organischen Reste der früheren Pflanzung durch Luft und Feuchtigkeit rasch in jenen sie vernichtenden Verwesungsprocess geführt werden, der sie geschickt macht, einer neuen Generation von Pflanzen zur Nahrung zu dienen. Dieses sogenannte Stürzen der Stoppeln geschieht daher gleich nach der Ernte der Halmfrucht, um die Zeit dieses Processes so viel als möglich zu verlängern und unter Beihülfe der noch vorhandenen höheren Temperaturgrade um so sicherer den Zweck zu erreichen.

Im Spätherbste, nachdem die Stoppeln, Wurzeln oder Unkräuter zersetzt sind, wird der Acker gewöhnlich noch einmal möglichst tief gepflügt. Dies tiefe Auflockern der Ackerkrume im Spätjahre kann nicht dringend genug empfohlen werden. Es scheint beim Rübenbau besonders die besten Erfolge zu garantiren. In diese lockere Schicht dringt die Feuchtigkeit ein, kann daraus nicht so rasch wieder verdunsten, und bildet daher ein Magazin von Feuchtigkeit, die besonders in trockenen Jahren von den wesentlichsten Folgen für die Rüben ist, da deren Wurzeln die Feuchtigkeit unten aufsaugen, die ihnen von obenher versagt ist. Die vertiefte Ackerkrume bietet mithin gewissermaassen ein Reservoir für die Zeit der Trockniss und damit zugleich eine Garantie gegen die Witterungswechsel, indem sie bei starkem Regen eine grössere Wassermenge aufnimmt, als flach gepflügter Boden. In der That kann man finden, dass sich die tiefe Herbstackerung besonders in trockenen Jahrgängen vorzüglich bewährt. Ich sah in solchen Jahren die Ernten in Magdeburg's gut cultivirtem Boden nur 5 bis 10% geringer, während in anderen Gegenden nach flachem Pflügen oft 30% Ausfall in der Ernte zu beklagen sind.

In Gegenden, deren Ackerkrume noch nicht so tief cultivirt ist, würde sich daher ein Untergrundpflug zur Auflockerung der tieferen Schichten so lange empfehlen, als die fortgesetzte Benutzung des Bodens nicht gestattet, eine so tiefe Pflugfurche zu nehmen. Die Pflugfurche bleibt im Winter rauh liegen; der Frost bewirkt dabei zugleich das Sprengen der Erdklumpen, in denen der Regen die kleinsten Poren erfüllt, der sich beim Uebergang in Eis ausdehnt und das Ganze auf das Viel-

fältigste zertrümmert. Es wird dadurch jene feine, gepulverte, mürbe Oberfläche erzielt, die ein so geeignetes Saatbett zur Aufnahme des Rübensamens bietet, um den sich die Erdtheilchen dann im trockenen Zustande eng anlegen und das Aufgehen begünstigen.

Es ist aus Obigem wohl einleuchtend, dass eine zweckmässige gute Beackerung viel Nahrungsstoffe im Acker löslich machen hilft und daher gewissermaassen einen Theil Dünger liefert, den der Fabricant dann nicht zu kaufen braucht.

Ein gut und passend beackertes Feld kann demnach mit weniger Dünger so viel leisten als ein schlecht geackertes Feld mit mehr Dünger, oder, was dasselbe ist, ein mit gleichen Düngerquantitäten befahrenes Feld wird einen um so grösseren Ertrag geben, je zweckmässiger und sorgfältiger es im Spätjahre beackert wurde. —

Eine im Spätjahre untergeackerte Stoppel verleiht dem Acker zugleich jene Porosität und Lockerheit, die das beständige Eindringen von Luft und Feuchtigkeit erleichtern. Die organischen Ueberreste der früheren Ernte (oder des Düngers) verwesen im Boden, die Gasarten, die sich daraus entwickeln, veranlassen eine Art Gährung (G a h r e), die wesentlich dazu beiträgt, der Ackererde Lockerheit zu geben. Jeder vermoderte oder verweste Strohhalm, jede Pflanzenfaser hinterlässt einen Canal, in den die Luft eindringen und den Zersetzungsprocess auch auf die unteren Schichten fortpflanzen kann.

Früher wurde vielfach das Graben des Rübenfeldes vorgezogen; allein der Pflug ist nicht nur ein sichereres, sondern auch billigeres Werkzeug, und für grosse Culturen auch das einzig praktische. Die Maschine siegt hier, wie überall, über die theuere Handarbeit. Ihre Wirkung ist den verschiedenen Wünschen anzupassen, der Pflug bietet eine grössere Garantie bezüglich der gleichmässigen und gleichtiefen Auflockerung als ungeübte Arbeiter, und wenn das Feld nur nach vielen verschiedenen Richtungen, in die Kreuz und in die Quere, mit einem gut construirten Pfluge bearbeitet wird, so ist die Mischung der Ackererde eine ziemlich gleiche und vollständige. Die Raschheit, mit der das Pflügen bewerkstelligt werden kann, ermöglicht die Bestellung grosser Ackerflächen in kurzer Zeit, wie es der Rübenbau verlangt. —

D i e B e a c k e r u n g d e s F e l d e s i m S p ä t j a h r e i s t ü b e r a l l v o n a u f m e r k s a m e n P r a k t i k e r n a l s v o r t h e i l h a f t e r k a n n t u n d e m p f o h l e n, die Verschiedenheit in der praktischen Ausführung kann an der Wichtigkeit desselben Nichts ändern. Wenn aber die Ansichten aller Sachver-

ständigen über die Zweckmässigkeit einer möglichst tiefen Spätjahrsackerung übereinstimmen, so sind die Meinungen über die beste Frühjahrsbearbeitung durchaus verschieden. Im Magdeburgischen geht man oft so weit, gar keine Frühjahrsackerung zu geben. Egge und Walze bereiten den Acker allein zur Saat vor, womit man bezweckt, den grössten Theil der Feuchtigkeit im Boden zu bewahren. Dies kann indessen nur da ermöglicht werden, wo eine hohe Cultur die Aecker unkrautfrei hielt. In anderen Gegenden wird die Winterfurche erst durch die Schleife (oder Egge) geebnet, die Klumpen der Erde werden womöglich durch die Ringelwalze erst zerdrückt und gepulvert, dann exstirpirt und geeggt, worauf zur Saat geschritten wird, nach deren Vollendung man walzt. Bei ganz unreinen Feldern dürfte jedoch ein flaches Pflügen des verunkrauteten Feldes das sicherste Mittel zur Vertilgung dieser Gewächse sein, wobei selbst dann noch eine feine und mürbe Saatfurche zu erwarten ist. Zwar wird dadurch ein grosser Theil der Winterfeuchtigkeit von den scharf trocknenden Frühjahrswinden dem Acker entzogen, aber es ersetzt bei zeitiger Bestellung ein Regen dieselbe bald wieder, und das frühere Auflaufen der Rübensaat vor dem Unkraute lässt auf eine sicherere Ernte hoffen. — In Böhmen benutzt man vielfach die dreischarige Saatharke oder den mehrscharigen Schnellpflug zur Frühjahrsackerung der Rübenfelder, die dadurch rasch ein feines Saatbeet erlangen.

Nur in wenigen Gegenden dürfte noch die Saatfurche mit Spaten und Rechen gegeben werden, da der Aufwand an Handarbeit zu gross ist, um für alle Fälle lohnend zu sein. —

Wie der rationelle Landwirth aber auch immer sein Land bearbeitet, eine Regel gilt für alle Fälle, nämlich die: das Land sowohl vor als auch während des Rübenbaues stets nur im trockenen Zustande zu bearbeiten. Jede Arbeit im nassen Boden schadet mehr als sie nützt, die Erde schmiert sich dann nämlich und wird fest, anstatt locker und zugänglich für die atmosphärischen Einflüsse zu bleiben. Die junge Rübenpflanze kann dabei nicht gedeihen.

Vorfrucht und Düngung.

Es dürfte vielleicht befremdend erscheinen, dass ich das Capitel der Düngung mit der Vorfrucht beginne. Wenn man aber bedenkt, dass die Rückstände der Vorfrucht, wie z. B. die Stoppeln, im Boden bleiben, bei der Bearbeitung desselben untergepflügt werden und sich zersetzen, in welcher Form sie das Gedeihen einer neuen Pflanzengeneration befördern, so muss man diese Ueberreste ohne Zweifel als eine Art Düngung betrachten. In den verschiedenen (oft sehr beträchtlichen) Mengen, die von einer Ernte zurückbleiben, ist theilweise der Erfolg zu suchen, den die Vorfrucht auf die nachfolgende Rübe ausübt. Je mehr Rückstände da sind, desto mehr sich zersetzende organische Gebilde, d. h. Dünger erhält das Feld nicht nur, sondern es wird auch um diesen Betrag gelockerter und dadurch den atmosphärischen Einflüssen mehr Preis gegeben. — Aber nicht darin allein liegt das Wesen der Vorfrucht, auf die für die Zuckererzeugung in den Rüben oft so viel Werth gelegt wird, sondern auch in der durch die Vorfrucht bewirkte Verdünnung der Nahrungsmittel im Boden, welche den Rüben zu Gute kommt. Es hat sich z. B. in allen den verschiedenen Ländern, wo die Rübenindustrie rationell betrieben wird, herausgestellt, dass Zuckerrüben nach Roggen nicht nur zuckerhaltiger werden, sondern auch einen reineren, d. h. an Salzen ärmern Saft enthalten, als Rüben, die nach Weizen gebaut werden. Ja, man hat sogar versucht, diese Thatsache durch eine Theorie zu erklären, die ich hier der Merkwürdigkeit wegen aufführe. Man behauptete nämlich, dass alle jene Pflanzen, welche Zucker (wie Mais z. B.) oder die dem Zucker chemisch ähnliche Stärke in grosser Menge enthalten (wie z. B. Weizen), diese Stoffe aus dem Boden entnähmen, denselben also daran ärmer machten und daher schlechte Vorfrüchte für Zuckerrüben wären! —

Diese kindlich-naive Vorstellung entbehrt jeden Anhaltes, da bekanntlich Roggen ebensoviel stärkemehlhaltige Theile in einer Ernte enthält als Weizen.

Der Grund, dass die Rübe nach Roggen zuckerreicher ist, scheint mir also wo anders gesucht werden zu müssen, und ich will versuchen, ihn anders zu erklären. Einzelne Früchte, die wir auf den Feldern cul-

tiviren, verlangen nämlich concentrirte und zusammengesetzte Düngungen, andere leichte und einfache. Es scheint daher in der Praxis eine einmalige grosse Düngung, die für mehrere Ernten ausreichte, gerechtfertigt, wenn man die Früchte in derjenigen Reihenfolge anbaut, in welcher sie sich in ihren Ansprüchen an die Düngung folgen.

Dies thut nun die Praxis auch allgemein, indem sie Weizen in frischen Dünger baut, wo ihm die Nahrungsmittel concentrirt zu Gebote stehen. Würden die Rüben direct in frischen Dünger gebaut, so würden sie von der concentrirten Düngerlösung (die reich an Salzen und organischen Stoffen ist) aufnehmen und demnach auch einen unreinen Saft erzeugen. Die vieljährige Erfahrung beweist, dass Rüben, in frischen Dünger gebaut, entschieden reich an Salzen und Proteinstoffen sind.

Werden die Rüben nach Weizen im zweiten Jahre nach Dung (in 2. Tracht) gebaut, so findet die Wurzel im Acker eine um so viel geringere Menge Düngstoff, als die Weizenernte für sich in Anspruch genommen hatte. Die geringere Menge Nahrungsmittel, auf dieselbe Ackerfläche vertheilt, muss daher den feinen Saugwurzeln der Rüben einen verdünnteren Nahrungssaft bieten, und wenn man annimmt, dass die osmotische Thätigkeit des Zellenstoffes der Rübe je nach der Concentration der Lösung verschiedene Mengen Salze und Proteinstoffe zuführt (wie ja auch das üppige Wachsthum derselben im frischen Dung zu beweisen scheint), so dürfte daraus ein salzärmerer oder reinerer Rübensaft im zweiten Jahre nach Dung zu folgern sein. Die Praxis hat sich lange dafür ausgesprochen, dass Rüben im zweiten Dung entschieden besser für die Zuckerfabrication sich eignen, als im frischen Dünger. —

Wir kommen nun zur Betrachtung der Rüben nach Roggen, der bekanntlich einer weniger concentrirten Nahrung bedarf. Wenn also die Rüben nach Roggen gewöhnlich einen reineren Saft haben, als nach Weizen, so kommt das nur daher, dass der Boden die Nahrungsstoffe in weniger concentrirter Form enthält; denn zunächst wird Roggen von vornherein weniger gedüngt, als Weizen, und dann wird von dieser geringeren Menge Dünger noch ein grosser Theil durch die Roggenernte weggenommen. — Wenn diese Erklärung etwas Wahrheit enthält, so müsste auch ein schwachgedüngtes Weizenfeld als Vorfrucht einen reineren Rübensaft zur Folge haben, als ein stark gedüngtes Roggenfeld, und die Qualität der Rübe würde nicht in der bisher allgemein ange-

nommenen directen Abhängigkeit von ihrer Vorfrucht stehen. — Einige Beobachtungen scheinen in der That diese Annahmen zu bestätigen und die verbreitete Ansicht der besonderen Wirkung von Roggen als Vorfrucht stützt sich wohl nur auf die Gewohnheit, den Roggen auf schwächer gedüngten Feldern zu bauen, als den Weizen. —

Man könnte nun, von diesem Gesichtspunkte ausgehend, die Sache allerdings übertreiben und die Rüben auf einem in sehr schwacher Kraft stehenden Felde bauen wollen, um die Richtigkeit der bisherigen empirischen Behauptungen zu beweisen.

Dagegen liesse sich aber einwenden, dass die Rübe immer eines in guter Kraft stehenden Bodens bedürfe, und dass die Verdünnung der Zufuhr von Nahrung nicht jene homöopathische Verhältnisse annehmen dürfe, die jeder Pflanzenvegetation, deren Wurzelausbreitung beschränkt ist, hinderlich sind. Man könnte noch anführen, dass die Rübe, eine Kalipflanze, unstreitig viel Kali bedürfe; aber damit ist noch nicht bewiesen, dass die Rübe auch eine sehr concentrirte Kalilösung zu ihrer Entwickelung bedarf. So entzieht z. B. eine Kartoffelernte dem Boden mehr Kali, als der Klee, der schon eine Düngung von Kali verlangt, wenn die Kartoffel noch ganz gut bei der geringeren Kalilösung gedeiht. — Die Grenzen der Concentration, innerhalb welcher die Nahrung den Rüben am vortheilhaftesten zuzuführen ist, hat man eben noch nicht ermittelt, und ich bin überzeugt, dass nach dieser Richtung hin noch eine hübsche Strecke Wegs zurückgelegt werden muss, ehe wir dahin kommen, das Rohmaterial der Rübenzuckerfabrication, die Rübe, in der für diese Industrie geeignetsten Beschaffenheit zu erzeugen.

Bis die Zukunft den Schleier, der die Geheimnisse der Zuckeransammlung in den Rüben bedeckt, etwas weiter gelüftet hat, müssen wir daher den Erfahrungssatz gelten lassen, dass sie nach einer Vorfrucht am besten gedeihen. —

Die Vorfrucht beim Rübenbau hat aber noch andere Seiten, die einigen Einfluss darauf ausüben. —

Die geeignetste Vorfrucht der Rübe sollte eigentlich die sein, die den Acker in den geeignetsten Zustand für deren Cultur versetzt, die ihn nämlich von Unkraut rein und in jenem lockeren (gahren), leicht zu bearbeitenden Zustande hinterlässt.

Diese Bedingungen werden augenscheinlich durch blattreiche, starkbedeckende Gewächse, als Lupinen, Erbsen, Wicken, Mischling oder Grünfutter überhaupt am besten erfüllt. Durch das zeitige Ab-

mähen des Grünfutters wird das Unkraut vor dem Reifen des Samens oben vernichtet. Eine zeitige Ackerung (zu der in diesem Falle die Möglichkeit geboten ist) zerstört dasselbe in ihren Wurzeln und erlaubt, durch die Zersetzung derselben im Boden, sie noch zu benutzen. Durch die Beschattung des Feldes bei Feuchtigkeit (durch Regen und Thau) und Wärme wird der Boden in einen reinen lockern Zustand versetzt, der ein freudiges Gedeihen der Rübe im zweiten Jahre, bei wenig Arbeit für Unkrautvertilgung, erwarten lässt. —

Der günstige Zustand, den die dichte Beschattung des Feldes durch die Vorfrucht gewährt, äussert sich durch ein kräftiges Wachsthum der folgenden Frucht, wie ein Klee- oder Lucernenfeld beweist, das, im 2. Jahre nach dichter Beschattung eingeackert, günstige Erfolge liefert, während es, im 3. Jahre als Weide eingeackert, den Acker erschöpft zurücklässt. In beiden Fällen ist aber die Wurzelmasse im Boden gleich.

Zwar lassen alle grün abgemähten Gewächse einen grösseren Düngervorrath im Acker zurück, als reif gewordene Früchte, und in Folge dessen könnte der Saft der geernteten Rüben, analog der oben aufgestellten Theorie, nicht ganz so rein sein als nach Roggen. — Es scheint auch dies sich in der Praxis zu bewahrheiten, und die Grünfuttergewächse als Vorfrucht sind daher besonders für schwache Aecker zu empfehlen, wenn man nicht durch einen dichtern Stand der Rüben dieselbe Menge Nahrung auf eine grössere Anzahl Pflanzen vertheilen will. —

Wenn nun aber die einjährigen blattreichen und saftigen Futterkräuter auch noch als eine günstige Vorfrucht für Rüben zu betrachten sind, so sind doch die mehrjährigen, wie Klee, Lucerne, Esparsette etc., nicht beliebt. Man führt an, dass sich unter der schützenden Decke jener Kräuter das Ungeziefer ansammle und von dort zu den süsseren, schmackhafteren Rübenpflänzchen übersiedele, um sich zum grossen Leidwesen der Rübenbauer an den zarten Blättern, zu laben, sobald diese aus der Erde sprossen. — Diese kleinen Thierchen finden oft ein solches Behagen daran, dass sie ganze Felder verheeren.

Auch will man beobachtet haben, dass die Rüben nach Klee und Lucerne nie so zuckerreich und arm an mineralischen und organischen Substanzen wachsen, als unter andern Bedingungen. —

Es lässt sich demnach in Hinsicht der Fruchtfolge keine Regel aufstellen, die für alle Fälle Gültigkeit haben könnte,

und nur so viel lässt sich aus der grossen Praxis aller Länder mit Sicherheit folgern, dass die nach einer einjährigen Vorfrucht, also im zweiten Dung, gebauten Rüben sich besser für die Zuckergewinnung eignen, als die im frischen Dung erzeugten.

Der Zukunft bleibt es vorbehalten, durch ein zweckmässiges Düngmittel die Rüben stets gedeihen zu lassen, oder das durch die Art der Düngung zu erzielen, was man bisher durch die Fruchtfolge zu erreichen suchte.

Wir gehen nun über zu einigen Betrachtungen über die Düngung, welche zum Zweck hat, die in natürlichen guten Böden vorhandene Fruchtbarkeit zu erhalten, oder dem Boden diejenigen Bestandtheile (wenn auch in anderer Form) wiederzugeben, die wir ihm mit der Ernte entziehen.

Ein Boden, der noch so reich ist, muss endlich durch die continuirliche Hinwegnahme von Stoffen in mehrjährigen Ernten erschöpft werden, und ein Mangel von Fruchtbarkeit ist früher oder später die Folge davon.

Führt man aber diese Stoffe dem Acker wieder zu, wie wir es mit der periodischen Düngung bezwecken, so kann dadurch das Gleichgewicht, welches durch die Hinwegnahme vieler Stoffe durch die Ernte gestört war, wiederhergestellt und die Fruchtbarkeit des Bodens erhalten werden, vorausgesetzt, dass die Zuführung der Stoffe zu der Abfuhr in dem richtigen Verhältnisse steht.

Ist hingegen die Zufuhr der Pflanzen-Nahrungsstoffe (also des Düngers) grösser, so kann die Fruchtbarkeit des Landes oder die folgende Ernte erhöht werden.

Die Nahrungsstoffe, die wir der Pflanze zuführen, nennen wir im gewöhnlichen Leben Dünger, und wir verstehen darunter alle diejenigen Stoffe, welche zur normalen Entwickelung der Pflanzen erforderlich sind. Entweder werden sie nun den Pflanzen im reinen Zustande dargeboten, oder in Verbindungen, die dann unter den in guten Ackerböden herrschenden Verhältnissen eine solche Umsetzung erleiden, dass sie von den Pflanzen aufgenommen und assimilirt werden können. —

Wenn nun die Düngung die Nahrung der Pflanzen ist, so muss sie je nach ihrer Verschiedenheit auch Einfluss auf die Bestandtheile der producirten Pflanzen ausüben.

Dies ist auch in der That der Fall, wofür ich unter vielen andern Belegen nur das auch für die Zuckerfabrication interessante Beispiel

(aus *The fertilizers by Cuthbert W. Johnston*, p. 41) anführen will, in dem das Verhältniss der Zusammensetzung des Weizenkornes sich je nach der Düngung folgendermaassen änderte. 100 Pfd. Körner auf demselben Boden enthielten bei der Düngung:

mit	Stärke	Kleber (Glutin)
Blut	41%	34%
Schafdung	42%	33%
Pferdedung	62%	14%
Kuhdung	62%	12%
Vegetabilische Düngung	60%	10%

Diese Daten sind für die Rübenzuckerfabricanten desshalb wichtig, weil der Zucker in der Rübe sich ebenso verhalten wird wie die Stärke im Weizen, und auch die Proteinstoffe der Rüben wie beim Weizen von den Einflüssen der Düngung abhängig sind.

Wenn nun aber, wie aus Obigem erhellt, die Pflanze je nach der Art der Düngung in den Verhältnissen ihrer Constitution wechselt, so lässt sich auch zurückschliessen, dass ein gewisses Verhältniss der Zusammensetzung einer Pflanze jene sie bedingenden Nahrungsstoffe im Ackerboden *a priori* verlangt, und da die Asche einer Pflanze die mineralischen Bestandtheile, welche sie zu ihrer Ausbildung verlangt, erkennen lässt, so dürfte darin der naturgemässe Fingerzeig liegen, aus der Zusammensetzung der Pflanzen-Asche auf die Zusammensetzung des Düngers zu schliessen, den man zur Production dieser Pflanze anzuwenden habe.

Wenden wir diesen Satz auf die Ernährung der Zuckerrübe an, so fragt sich vor allen Dingen, welche Stoffe enthält dieselbe? — Einige Analytiker geben ihre Zusammensetzung folgendermaassen an:

Auf dem Magdeburger Morgen erntete man nach Bretschneider (1860) an mineralischen Bestandtheilen in den Rüben:

	Wurzel	Blätter	Summa.
Kali	56,7 Pfd.	33,7 Pfd.	90,4 Pfd.
Chlornatrium	6,3 „	17,7 „	24,0 „
Natron	4,0 „	9,7 „	13,7 „
Kalk	8,3 „	27,1 „	35,4 „
Magnesia	13,5 „	24,5 „	38,0 „
Phosphorsäure	22,9 „	13,6 „	36,5 „
Kieselsäure	3,9 „	8,3 „	12,2 „
Eisenoxyd	1,5 „	1,8 „	3,3 „
Schwefelsäure	11,5 „	12,4 „	23,9 „
	128,6 Pfd.	148,9 Pfd.	277,5 Pfd.

	Die Ernte eines Magdeburger Morgens (= 150 Ctr. Rüben) enthält nach:												Es enthalten nach:				
	Dr. Wolf (Emil)			Karmrodt			Fühling			Hoffmann			Bretschneider	Herapath	Griepenkerl	Boussingault	Sprengel
	Wurzel Pfd.	Blätter Pfd.	Summa Pfd.	Wurzel Pfd.	Blätter Pfd.	Summa Pfd.	Wurzel Pfd.	Blätter Pfd.	Summa Pfd.	Wurzel Pfd.	Blätter Pfd.	Summa Pfd.	1000 Theile Rüben.	10000 Thle. Rüben.	10000 Thle. Rüben.	10000 Thle. Rüben.	10000 Thle. Blätter.
Kali	40,5	34,1	74,6	49,4	30,0	79,4	61	35	96	50,9	24	74,9	2,3	} 53,46	51,1	49,7	36,27
Natron	16,4	11,3	27,3	6,4	8,9	15,3	25	12	37	5,7	13	18,7	1,4		—	1,91	—
Kalk	6,2	10,5	16,7	6,7	8,1	14,8	9	11	20	9,8	18	27,8	0,4	20,24	2,45	8,91	15,00
Magnesia	4,3	8,8	13,1	7,0	4,2	11,2	6	9	15	6,7	17,7	24,4	0,5	2,7	2,9	5,6	5,4
Chlor	11,8	13,4	25,2	5,6	10,4	16,0	18	14	32	1,9	5	6,9	0,1	—	—	—	—
Schwefelsäure	3,5	5,1	8,6	2,7	2,8	5,5	5	5	10	4	7,4	11,4	0,4	8,3	2,3	2,04	6,3
Phosphorsäure	6,4	7,3	13,7	12,3	5,8	18,1	10	8	18	16,3	6,9	23,2	0,8	7,1	10,8	7,6	4,5
Kieselsäure	7,5	8	15,5	3,1	8,6	11,7	11	8	19	3,4	5,1	8,5	0,2	Spur	0,2	10,2	2,7
Eisenoxyd	—	—	—	2,13	1,12	3,25	—	—	—	1,1	2,3	3,4	0,04	—	0,35	3,18	0,32
Mineralbestandtheile in Summa	—	—	194,7	96,5	81,0	177,5	—	—	247	—	—	199,2	6,2	—	—	—	—
Stickstoffhaltige organische Stoffe	—	—	—	119,6	108,0	227,6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Chlornatrium	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8,15	17,04	10,83	11,30
Chlorkalium	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12,85	—	—
Trockensubstanz	—	—	—	3324,9	528,0	3852,9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Stickstoffgehalt	—	—	—	19,1	17,3	36,4	23	16	39	—	—	—	—	—	—	—	—

Aus den hier mitgetheilten Daten erhellt nun aber vor allen Dingen die grosse Verschiedenheit der Angaben, welche auf die Ueberzeugung führen muss, dass bis heute noch keine genügende Menge genauer Analysen vorliegt, um daraus bestimmte Schlussfolgerungen machen zu können. — Die vorhergehenden Analysen rühren wohl nicht alle von Zuckerrüben vorzüglichster Qualität her, und der Zuckerfabricant kann nicht Schlüsse ziehen aus Angaben, die ein für seine Zwecke schlechtes Material zur Grundlage haben. — Es ist auch noch gar nicht festgestellt, ob denn auch alle jene in obiger Zusammenstellung angeführten Stoffe in dem Verhältnisse wirklich unumgänglich nöthig sind? Um diese Frage zu lösen, müssten erst die geringsten Quantitäten der zum Gedeihen der Zuckerrübe nothwendigen Salze ermittelt werden. Ja, es ist sogar denkbar, dass einige jener oben als Grundstoffe angeführten Substanzen durch andere gleichartige vortheilhaft ersetzt werden könnten, wie z. B. das Natron durch Kali oder der Kalk durch Magnesia, obwohl Versuche nach dieser Richtung bei vielen Pflanzen ein negatives Resultat ergeben haben, oder die Vertretung doch nur in engen Grenzen zulässig erscheinen lassen. Es ist ferner bekannt, dass die Analysen oft Salpeter in einigen Rüben zeigen, während andere Rüben Nichts davon enthalten, was beweisen dürfte, dass Salpeter ein zufälliger Bestandtheil der Rübe ist, obschon er oft darin gefunden wird.

Die Zahl der Analysen von Zuckerrüben bester Beschaffenheit müsste also erst vervielfältigt werden, um daraus auf die nothwendigen Bestandtheile der Rübe schliessen und nach diesen zweckmässigste Düngung wählen zu können.

Wenn aber auch alle diese Fragen erledigt sein sollten, dann werden sich immer noch viele und bedeutende Schwierigkeiten bei der rationellen Ernährung der Rübe für die Praxis einstellen. — Nehmen wir z. B. an, die Ernte von Rübe nebst Blättern entnähme 175 bis 247 Pfd. mineralischer Stoffe pro Magdeburger Morgen, so müsste wiederum festgestellt werden, wieviel von den zur Ausgleichung dieser Menge bestimmten Düngstoffen im Laufe von 4 Monaten in der Erde in Lösung kommen müssten, um von den Pflanzen zur rechten Zeit aufgenommen und zu ihrer Ernährung verwandt werden zu können. Wäre z. B. die Qualität des Düngers eine solche, dass nur $1/4$ der ganzen Menge in jener Zeit löslich würde, so müss-

ten auch (4 . 175 =) 700 Pfd. (resp. 988 Pfd.) als Düngung gegeben werden, um jenen Erfolg hervorzubringen.

Auf diese Löslichkeit haben aber wieder die meteorologischen Erscheinungen und besonders die Regenmenge einen grossen Einfluss; denn z. B., es hätte der intelligente Cultivateur wirklich richtig berechnet, wie viel bei der gewöhnlichen Regenmenge von den Nahrungsstoffen im Acker gelöst würden, so könnte doch eine grössere Regenmenge unter Umständen mehr, ja bedeutend mehr dieser Salze lösen und in Folge dessen mehr Salze in die Rübe überführen, als dem Zuckerfabricanten erwünscht ist, wie die häufigen Klagen derselben in regenreichen Jahren beweisen. Grössere Dungquantitäten mit einem Ueberschuss solcher Stoffe, die unter gewöhnlichen Verhältnissen unlöslich bleiben, müssen immer unter anderen Umständen zu viel oder auch zu wenig dieser Stoffe in Lösung bringen, je nachdem mehr oder weniger Regen fällt. Könnte man die ganze Menge jener Nahrungsstoffe in vollkommen gelöster Form, also nicht im Ueberschusse für spätere Ernten, geben, dann freilich wären solche Calamitäten nicht zu befürchten, in soweit der Dünger Ursache derselben sein kann. Die vollkommen gleichmässige Mischung der Bodenkrume mit dem Dünger wäre dann nur noch schwieriger, als sie es jetzt schon ist, und wenn die Nahrungsstoffe der Pflanzen an einem Orte des Ackers in einem stärkeren Maasse angehäuft liegen, als an andern, so folgt daraus ganz unzweifelhaft die Verschiedenartigkeit der einzelnen Rübenexemplare, die wir in der Praxis so häufig finden. Ein öfteres Pflügen des Ackers in die Kreuz und in die Quere, wie es im Magdeburgischen oft geübt wird, dürfte dabei sehr zu empfehlen sein und es empfiehlt sich das zweite Jahr der Düngung auch schon deshalb für Rüben, weil mehrere Pflugfurchen in den zwei Jahren den Dünger mit der Ackerkrume gleichmässiger vermengen und vertheilen.

Gesetzt aber auch, dies Alles sei glücklich vollführt, so ist der Rübencultivateur doch immer noch nicht gewiss, ob die zugeführten Stoffe auch wirklich oder hauptsächlich der Rübenwurzel, als dem von ihm hauptsächlich gewünschten Producte, zugeführt werden, oder ob sie dem Blattwuchs mehr zu Gute kommen, denn es scheint durch alle Culturversuche nachgewiesen, dass ein grosser Theil des angewendeten Düngers in höherem Grade den Ertrag an Blättern steigert, als den an Rüben. —

Wenn es demnach nun auch im grossen Ganzen feststeht, dass dem Acker Alles das wiedergegeben werden muss, was ihm genom-

men wurde, so sind doch die verschiedenen Einflüsse der Art, dass mit den bis jetzt als nothwendig erkannten Nahrungsmitteln die wir dem Boden als Dünger zuführen, noch vielfältige praktische Versuche angestellt werden müssen, ehe wir diese wichtige Frage als erledigt ansehen können.

Derartige Düngungsversuche für jeden einzelnen Fabricanten und nach seinen Bodenverhältnissen erscheinen aber um so nothwendiger, als ja die verschiedenen Böden einen mehr oder weniger grossen Antheil an fertigen Pflanzennahrungsstoffen liefern können, die unmittelbar zum Gedeihen der Rübe beitragen.

Legen wir z. B. die im früheren Capitel angeführten Bodenuntersuchungen unsern Betrachtungen darüber zu Grunde, so erhellt daraus, dass 1000 Theile Erde 99,2 bis 195,4 Theile möglicherweise lösliche Mineralstoffe enthalten. Ein Magdeburger Morgen (von 180□ Ruthen) hat auf 10″ Tiefe ungefähr 2 Millionen Pfd. Ackerkrume oder circa 200000 Pfd. Gesammtgehalt an löslichen Mineralstoffen, während eine Rübenernte als Maximum nur 247 Pfd. (nach obigen Analysen) bedarf. Wenn von jenen 200000 Pfd. (die wohl zu hoch berechnet sein dürften) auch nur $^1/_5$ oder 40000 Pfd. in den Wurzelbereich der Rübenpflanze kämen, so wäre ihre Nahrung doch mehr als hinreichend, viele Jahre hindurch Rüben zu produciren, wenn diese Mineralstoffe alle in einen löslichen Zustand versetzt werden könnten. — Da nun aber die Frage der grösseren oder geringeren Löslichkeit dieser Nahrungsstoffe der Muttererde nicht von vornherein bekannt ist, also auch die fehlende lösliche Düngermenge nicht berechnet werden kann, so muss sie durch Cultur-Versuche empirisch ermittelt werden. —

Eine Düngung von 300 Pfd. Guano ist z. B. eine sehr starke, sie enthält aber nur 30 bis 50% = 150 Pfd. erdige oder mineralische Substanzen, 400 Pfd. Rapskuchen à 34% nur 136 Pfd. etc. Dass solche kleine Mengen, selbst wenn sie ganz löslich wären, unter Umständen immerhin zurückstehen müssen gegen die grosse Menge mineralischer Stoffe im Ackerboden, theils von der Natur theils von älterer Düngung herrührend, ist wohl einleuchtend, und ich finde es daher eben so natürlich, dass der Boden die Wirkung des Düngers beherrscht, wie dass die gleiche Düngung auf verschiedenen Böden oder Böden mit sehr ungleichen Mengen an löslichen mineralischen Stoffen verschiedene Resultate hervorbringt. — Daraus folgt aber noch keineswegs, dass die Düngung ohne Einfluss auf die Constitution der Rübe sei, denn es kann, wie jeder Praktiker weiss, eine unzweckmässige Düngung die Rüben auf dem besten Boden sehr verschlechtern; son-

dern nur, dass wir von der Düngung nicht Alles zu erwarten haben, und dass der Boden und die Bodenbearbeitung stets die Hauptsache bleibt.

Die Cultur-Versuche, die oft mit verschiedenen Düngemitteln in einem und demselben Jahre angestellt werden, scheinen mir auch noch nicht maassgebend zu sein, um über den Werth irgend einer Düngung endgültig entscheiden zu können. Es üben unter solchen Verhältnissen die Qualität des Bodens und die von früheren Düngungen im Boden vorhandenen, meist löslichen Düngstoffe, die sogenannte „alte Kraft" des Bodens einen zu grossen Einfluss aus, ganz abgesehen von den zufälligen meteorologischen Wirkungen eines Jahrganges.

Die Resultate der meisten einjährigen Düngungsversuche sind folglich das Product mehrerer Factoren, von denen die Düngung nur ein einziger ist. Sie können daher auch nicht allein maassgebend sein, wenn es sich um die Beurtheilung der Düngstoffe handelt.

Einen wesentlichen Einfluss auf die Rübencultur äussern die an Ammoniak reichen, überhaupt die stickstoffhaltigen Düngemittel. Sie befördern das Wachsthum der Rüben ungemein, leider wird aber auch mit der vermehrten Zufuhr des Stickstoffs im Dünger eine deutliche Zunahme des Stickstoffgehaltes der Rüben bemerkt.

Nach Lawes und Gilbert's Versuchen betrug der Stickstoffgehalt der trockenen Substanz der Rübe

1,50 % nach einer Mineraldüngung (Mittel aus 13 Versuchen)
1,91 % „ Mineraldüngung und Rapskuchen
2,86 % „ „ „ Ammoniaksalzen.

Der Parlamentsbericht über die irische Zuckerproduction sagt, dass der Einfluss der Düngung auf den Stickstoffgehalt in den darüber angestellten Untersuchungen auffallend hervortritt, und zieht daraus den Schluss, dass kein guter Landwirth seinem Lande für den Rübenbau frischen Dünger zuführen sollte. Bretschneider beschränkt sich auf den einfachen Bericht der Thatsache, dass im Wiederspruche mit der allgemeinen Erfahrung auf einem Boden, der 0,164 % Stickstoff enthalten habe, viel stickstoffreichere Rüben erzeugt seien, als im Jahre 1861 auf einem Boden, in welchem nur 0,085 % Stickstoff nachgewiesen werden konnten.

Wenn nun auch der Ernteertrag an Rüben durch die Zufuhr von Stickstoff quantitativ erhöht werden kann, so darf man doch diese Zufuhr im Interesse der Zuckerfabrication nur sparsam anwenden, so lange man nicht im Stande ist, die Gährungsvermittler, welche dadurch

im Rübensafte erzeugt oder doch vermehrt werden, während der Fabrication durch eine rasche Abscheidung unschädlich zu machen. — Die Knochenkohle wirkt nur schwach absorbirend auf diese Stoffe, während der Kalk zwar einen Theil derselben abscheidet, die übrigen aber, obgleich er im ganzen Verlaufe der Fabrication zersetzend auf sie einwirkt (wie der Ammoniakgeruch des Saftes beweist), grösstentheils nicht zu entfernen vermag. Es bleibt der fortschreitenden Intelligenz der Zukunft vorbehalten, ein Verfahren zu ermitteln, nach dem wir es in der Gewalt haben, alle diese stickstoffhaltigen Körper, welche mit dem Eiweisse, dem Blut etc. ähnliche Zusammensetzung haben und die wir oft mit dem Collectivnamen Proteïnsubstanzen belegen, auf schnelle und leichte Weise zu beseitigen oder unschädlich zu machen.

So lange die chemisch-technische Ausbildung der Zuckerfabrication sich nicht zu dieser Stufe aufgeschwungen hat (was übrigens nicht lange mehr dauern dürfte), so lange bleibt dem Rübenbauer nichts übrig, als die Erzeugung jener Bestandtheile in den Rüben durch eine geeignete, stickstoffärmere Düngung (in 2. Fruchtfolge) zu vermindern, selbst auf Kosten des Mehrertrages an Rübe. —

Die verschiedenen Düngerarten wirken nun mehr oder weniger günstig auf die Entwicklung der Gährungserreger in den Pflanzen, so veranlassen z. B. menschliche Excremente eine grosse Anhäufung derselben in den Pflanzen, Kuhmist eine geringere, Rapskuchen noch weniger etc.

Ausser den oben angeführten Stoffen ist aber wahrscheinlich der Kohlensäure noch eine grosse Rolle bei Erzeugung guter Zuckerrüben zuzuschreiben. Die Kohlensäure der Luft, die circa $^1/_{1500}$ ihres Gewichtes ausmacht, wird von den Blättern absorbirt und nur unter Mitwirkung des Sonnenlichtes zersetzt, so dass Kohlenstoff zurückbleibt, der in allen pflanzlichen Gebilden seiner Masse nach das vorwiegende Element ausmacht. Bei anderen Pflanzen sind directe Beobachtungen über die Aufnahme der Kohlensäure gemacht. So absorbirte die Weinrebe z. B. in einem Gefässe, durch das Luft geleitet wurde, die 0,00045 Volumtheile Kohlensäure enthielt, soviel davon, dass die Luft beim Austritte nur noch 0,0001 bis 0,0002 besass. Es wäre ebenso interessant als wichtig, neben solchen Versuchen über den Einfluss der Kohlensäure auf die Blattorgane auch ihre Einwirkung auf den unterirdischen Theil der Pflanze, namentlich der Rübe, genau zu studiren. Denn auch im Ackerboden schaffen wir eine künstliche

Atmosphäre von Kohlensäure, welche den den Blättern correspondirenden Organen im Boden zugeführt und unter Mitwirkung der nöthigen mineralischen Stoffe zur Bildung neuer Bestandtheile des Pflanzenorganismus verwendet wird. Ausserdem bewirkt die Kohlensäure im Boden die Auflösung mancher sonst unlöslicher Salze (namentlich der phosphorsauren Verbindungen nach Dr. C. Wolf), die im gelösten Zustande der wenig verzweigten Rübenwurzel, welche ihre Nahrung in der Nähe sucht, sehr willkommen sein müssen. — Diesen wichtigen Factor der Pflanzenernährung, die Kohlensäure, können wir in der periodischen Düngung nur durch Verwesen von abgestorbenen vegetabilischen Substanzen im Acker hervorrufen; er ist bei fast allen Düngungen zu Zuckerrüben nur als Nebensache betrachtet, ob mit Recht oder Unrecht, das zu entscheiden bleibt aufmerksamen Versuchen vorbehalten.

Alle Praktiker und Theoretiker stimmen nun bei der Frage über Wirkung und Werth des Düngens in folgenden, für sämmtliche Düngmittel gemeinsam geltenden Grundsätzen überein: 1) dass die Ernte durch Düngung quantitativ erhöht wird, dass aber 2) der grösstmöglichen Düngung nicht der grösste Netto-Ertrag entspricht, und dass daher 3) jedem Boden die durch seine Beschaffenheit gebotene, durch Versuche zu ermittelnde Menge Dünger — und nicht mehr — zu geben ist, um vortheilhaft zu düngen.

Auffallend bleibt stets das innerhalb so weiter Grenzen variirende Gewichtsverhältniss zwischen Blättern und Wurzeln, wodurch selbst ein nur annähernd richtiges Urtheil von der Stärke der Blattentwickelung auf das Gewicht der Rübe unmöglich gemacht wird. Das Gewicht der Blätter kann nämlich 30 bis 80 % von dem der Wurzel betragen, und da die letztere für den Rübenzuckerfabricanten das einzige werthvolle Material bildet, so entscheidet nur die Waage allein über die Grösse der Ernte. —

Ueber die Abnahme des Ertrags an Rüben in einem Boden ohne alle Düngung liefern folgende Culturversuche von Lawes und Gilbert einen hübschen Beleg:

Im Jahre	Versuch	Ohne allen Dung	Gedüngt mit: Ueberphosphorsaurem Kalk	Ueberphosphorsaurem Kalk, Kali, Natron und Magnesia
		Kilogramme Rübenertrag pro Hectare:		
1843	1	10,490	30,502	29,741
1844	2	5,541	19,380	14,244
1845	3	1,707	31,773	31,630
1846	4	NB.	4,758	8,791
1847	5	—	18,903	14,527
1848	6	—	26,433	24,357
1849	7	—	9,392	9,214
1850	8	—	28,678	23,463
—	—	—	20,603	19,482

NB. Im 4. Jahre gab das ungedüngte Feld so wenig ausgebildete Rüben, dass sie des Wägens nicht werth waren.

Daraus erhellt, dass die Fruchtbarkeit des Ackers für Rüben ohne Dung rasch abnimmt, dass aber die Fruchtbarkeit selbst durch solche einseitige Düngung einigermaassen erhalten werden kann.

Die Düngungen können nun in verschiedener Weise dem Acker einverleibt werden, nämlich entweder über den ganzen Acker vertheilt, oder in Reihen neben der Saat. —

Fast alle Düngungen werden über die ganze Bodenfläche gebreitet und möglichst gleichförmig damit gemischt. — Aber mit Recht findet auch die örtliche Düngung Anwendung bei Denen, die den Wurzeln des jungen Keimes gleich eine reichlich vorhandene, sehr kräftige Nahrung zuführen wollen, damit die junge Pflanze eher erstarke, rascher üppige Blätter treibe und dadurch fähiger werde, atmosphärische Nahrung aufzunehmen und etwaigen klimatischen Störungen erfolgreich zu widerstehen. Diese örtliche Düngung, wie sie mittelst Maschinen bei der Aussaat der Rübenkerne leicht bewerkstelligt werden kann, ermöglicht eine grosse Oeconomie an concentrirten Düngstoffen, da dieselben in der unmittelbaren Nähe der jungen Pflanzen nur diesen, nicht aber den weiten Zwischenräumen zwischen den Reihen zu Gute kommen. Häufige Versuche bestätigen, dass man nach diesem Verfahren mit der Hälfte derjenigen Düngmenge,

welche die Vertheilung über den ganzen Acker beansprucht, weit bessere Erfolge erzielt, wie mit dem ganzen Quantum nach jenem Verfahren.

Es erfordert hierbei nur die Art der Unterbringung des Düngers und der Saat einige Vorsicht. Viele der sogenannten künstlichen Dünger nämlich sind dem Keimen des Samens schädlich (wie Guano, Rapskuchen etc.) und es ist daher Bedingung, Samen und Dünger nicht in unmittelbare Berührung zu bringen. Die Maschinen streuen daher den Dünger gewöhnlich tiefer; etwas Erde fällt dann darüber, und auf diese kommt erst die Saat. — Wenn diese örtliche Düngung nur mässig und nicht so stark gegeben wird, dass das Düngmittel durch Zusammenballen das Eindringen der Wurzeln verhindert; wenn man ferner nur solche Düngmittel anwendet, welche wie z. B. Knochenmehl die Keimfähigkeit des Samens nicht afficiren: so ist diese Methode als eine recht vortheilhafte wohl zu empfehlen. Kleine Quantitäten Knochenmehl sind bei diesem Verfahren oft von bedeutender Wirkung, wie sich in einer raschen und kräftigen Jugendentwickelung der Pflanze kundgiebt, deren Vortheile dem erfahrenen Rübenbauer wohl bekannt sind; denn er weiss: je rascher die Pflanze in der ersten Jugend wächst, desto rascher entwächst sie dem Ungeziefer, desto mehr wird ihr bald entwickelter Blattorganismus nicht nur die Zuckererzeugung in der Rübe fördern, sondern auch durch Beschattung des Bodens diesen vor Austrocknen schützen. — Löslichkeit der Düngstoffe ist auch bei der örtlichen Düngung Bedingung für ein rasches Wachsthum der Pflanze.

Welche und wie viel assimilirbare Düngstoffe die Rübe für jeden Zeitpunkt ihrer Entwickelung bedarf, dürfte aus den Analysen der Rübe in ihren verschiedenen Wachsthumsperioden hervorgehen. Demnach sind nach Bretschneider per Magdeburger Morgen in den Rüben enthalten:

	Stickstoffhaltige Verbindungen Pfd.	Zellstoff Pfd.	Zucker Pfd.	Aschenbestandtheile Pfd.	Anderweitige Bestandtheile Pfd.	In Summa Pfd.
am 20. Juli . . .	39,86	22,49	86,68	15,66	49,52	214,20
am 9. August . .	141,82	75,12	355,26	51,73	135,67	759,60
am 31. August . .	267,28	147,31	1035,96	118,20	206,05	1774,80
am 15. September	342,79	193,96	1464,60	116,75(?)	207,44	2325,60
am 30. September	403,40	215,32	1921,67	125,48	232,13	2898,00
am 16. October .	431,27	215,64	2244,01	128,64	339,24	3358,80

In demselben Verhältnisse, als die Rübe jene Stoffe aufnimmt, müssen sie daher auch im Boden gelöst vorräthig sein. Von den unorganischen Bestandtheilen z. B. war Ende August schon fast der ganze Bedarf aufgenommen, wodurch die schon ausgesprochene Ansicht unterstützt wird, dass eine gleich anfangs vorhandene grosse Menge gelöster, assimilirbarer Nährstoffe im Boden die sonst so langsame Jugendentwickelung der Rübe sehr beschleunige und kräftige, und dass in Folge dessen vielleicht eine bessere Qualität der Rübe erzielt werden könne, da ein rascheres Wachsthum in der Jugend der Pflanze einer längeren Wachsthumsperiode überhaupt in ihrer Endwirkung gleichzusetzen sei.

Dass die für das Gedeihen der Rübenpflanze nöthigen Düngstoffe ausserdem in solchen Verbindungen verabreicht werden sollten, in denen sie der Zuckerfabrication nicht schädlich sind, ergiebt sich aus dem Zwecke des Rübenbaues: der Zuckergewinnung. Deshalb möge der Rübenbauer das Kali z. B. nicht als salpeter- oder salzsaures, sondern in kohlensaurer oder phosphorsaurer Verbindung der Rübe darbieten, — was er ja sehr leicht kann, und wodurch er wesentlich mit beiträgt zu einer leichtern Verarbeitung der Säfte in der Fabrik und auch zu einer oft nicht unerheblichen Mehrausbeute an Zucker.

Die Substanzen, welche man dem Acker als Düngung übergiebt, sind sehr verschieden nach den örtlichen Verhältnissen. Wir wollen hier die gebräuchlichsten derselben kurz betrachten.

Die Gründüngung scheint am frühesten bekannt gewesen und angewandt zu sein. Die Natur gab so zu sagen den Fingerzeig bei Wald und Wiesen. Schon die alten Römer sollen die Lucerne im 2. Jahre als Düngung eingeackert haben. In China und Nordamerika soll der rothe Klee gar nicht geschnitten, sondern nur zur Düngung eingeackert werden. In einigen Districten Nordamerika's soll man Mais 2 bis 3mal in einem Jahre auf demselben schwachen Felde bauen und die grüne, üppige Blattpflanze jedesmal sofort wieder einackern, um dem Boden mehr Düngstoffe zuzuführen. In England, Deutschland und Frankreich wird Buchweizen, Winterwicke oder Futterwicke, Raps, Klee in letzter Ernte, Lupine, Spargel etc. zu demselben Zwecke angewendet. Das Einpflügen dieser Kräuter geschieht beim Beginne ihrer Blüthezeit, wo die Wärme der Luft und des Bodens eine rasche Zersetzung der saftreichen vegetabilischen Stoffe befördert, die nun, gleichmässiger über den ganzen Boden vertheilt, als irgend ein anderer Dung, dem Boden durch ihre Verwesung eine Menge organischer

Nahrung zuführen, welche, wie man annimmt, zu $^3/_4$ aus der Atmosphäre geschöpft ist.

Die Verwesung dieser Grünpflanzen im Boden selbst lässt die dabei entstehenden gasförmigen Producte (als Ammoniak, Kohlensäure etc.) demselben fast gänzlich zukommen, während die Zersetzung aller übrigen Dünger gewöhnlich von vielfachen Verlusten begleitet ist.

Für die Qualität der Zuckerrübe namentlich scheint sich die Gründüngung auch deshalb zu empfehlen, weil sie nicht hitzig wirkt, weil sie der Rübe kein Uebermaass von jenen Stoffen (organischen oder unorganischen Ursprungs) bietet, welche die Auskrystallisation des Zuckers später so sehr erschweren. — Im Interesse der Fabrication ist daher eine Rübe nach Gründüngung wünschenswerther, als eine mit anderen Düngern erzielte Rübe.

Ob aber eine Gründüngung für den Landwirth vortheilhaft ist, darüber muss der Calcül je nach der Oertlichkeit entscheiden. Jedenfalls scheint sie noch in jenen wenig bevölkerten Ländern, wie Ungarn, Russland etc., von bedeutendem Nutzen zu sein, wo die Rente für den Boden ebenso wohlfeil als die Arbeitskraft theuer ist. Man spart dabei die Kosten des Abmähens und Einführens und die spätere Ausbreitung des Mistes, abgegesehen davon, dass die künstlichen Dünger in jenen Ländern gewöhnlich durch schlechte Communicationen etc. sehr vertheuert werden. Dazu kommt noch, dass man in südlichen Ländern sofort nach vollbrachter Körnerernte eine blattreiche Pflanze anbauen könnte, die erst im Spätherbste untergepflügt würde. Auf diese Weise könnte man mit sehr wenigen Kosten die Fruchtbarkeit schwacher Böden für Rüben erhöhen. —

Der Effect einer Gründüngung wird gleichgeschätzt der Wirkung derjenigen Menge Viehdung, die eine 3mal so grosse Quantität Grünfutter zu erzeugen im Stande ist. —

Der Stalldung ist die in allen Ländern allgemein gebräuchlichste Düngung. Er enthält fast alle Bestandtheile, die den gewöhnlichen Culturgewächsen nöthig, die ihm durch die Ernten entzogen sind. Die Anwendung frischer Düngung mit Stallmist erzeugt wohl eine grössere Quantität Rüben, aber einen sehr unreinen, an fremden organischen und unorganischen Stoffen reichen Saft, aus dem dann natürlich bei der jetzigen Fabricationsmethode, wo wir diese fremdartigen Beimengungen noch nicht gänzlich abzuscheiden im Stande sind, weniger Krystallzucker gewonnen wird.

Obgleich nun die Beschaffenheit der Rüben im frischen Dung und ihr Werth für die Zuckergewinnung je nach der besonderen Natur des Bodens ein sehr verschiedener sein kann, so ist doch in den meisten Fällen, wie schon gesagt, der Anbau der Rüben in frischer Düngung für die Zuckerfabrication unvortheilhaft. Alle rationellen Zuckerfabricanten der Rübenzucker erzeugenden Länder stimmen darin überein, dass es vortheilhafter sei, die Rüben erst im zweiten Jahre nach der Düngung zu bauen, nachdem eine reif gewordene Vorfrucht circa 50 bis 60 % des Düngers consumirt und eine weniger concentrirte Düngerlösung im Boden zurückgelassen habe.

Solche Rüben aus älterem oder schwächerem Dünger halten sich besser als Rüben aus frischer Düngung, bei denen meistens zu fürchten ist, dass die zahlreichen Gährungserreger im Safte den Zucker verändern und dunkle Scheidungen veranlassen. Wegen der grösseren Saftreinheit der Rüben aus zweiter Gahre gelingt auch der Fabrication eine vollständigere Abscheidung der zuckerzerstörenden Stoffe dieses Saftes, man erhält von solchen Rüben eine höhere Zuckerausbeute als von Rüben aus frischem Dünger, in deren Safte nach Anwendung selbst der günstigsten Fabricationsmittel immer noch viel Salze und Proteïnstoffe hartnäckig zurückbleiben, wodurch die Auskrystallisation eines grossen Theils Zucker zurückgehalten, die procentische Ausbeute an festem Zucker mithin sehr verringert wird.

Die Zusammensetzung des Stallmistes variirt natürlich je nach dem Stroh, welches zu seiner Mischung verwendet, je nach der Menge und Zusammensetzung des Futters, welches dem Viehe verabreicht wurde; ja nach den verschiedenen Viehgattungen selber und dem Alter und der Art der Aufbewahrung.

100 Theile älterer Pferdemist enthalten nach Colbek und Richardson ungefähr:

Kohlenstoff	13,21	organische Stoffe	= 24,71
Wasserstoff	1,86		
Stickstoff	0,62		
Sauerstoff	9,02		
Kali	0,33	unorganische Substanzen	= 10,06
Natron	0,29		
Kalk	0,99		
Magnesia	0,19		
Eisenoxyd	0,21		
Phosphorsäure	0,81		
Schwefelsäure	0,33		
Kohlensäure	0,52		
Salzsäure	0,33		
Silicate	2,78		
Sand	3,28		
Wasser			= 64,96
			99,73.

Der Dünger kann ferner bestehen aus den unvermischt angewendeten **festen und flüssigen Excrementen der Hausthiere.** **Rogier** giebt die Zusammensetzung der festen Excremente der nachstehenden Hausthiere folgendermaassen an:

	Schweinekoth Proc.	Kuhkoth Proc.	Schafkoth Proc.	Pferdekoth Proc.
100 Thle. frischer Substanz enthalten Wasser	77,13	85,45	56,47	77,25
100 Thle. Trockensubstanz geben Asche	37,17	15,28	13,49	13,36
In 100 Asche waren:				
Kali	3,60	2,91	8,32	11,30
Natron	3,44	0,98	3,28	1,98
Chlornatrium	0,89	0,23	0,14	0,03
Phosphorsaures Eisenoxyd	10,55	8,93	3,98	2,73
Kalk	2,03	5,71	18,15	4,63
Magnesia	2,24	11,47	5,45	3,84
Phosphorsäure	0,41	4,76	7,52	8,93
Schwefelsäure	0,90	1,77	2,69	1,86
Kohlensäure	0,60	—	—	—
Kieselsäure	13,19	62,54	50,11	62,40
Manganoxyduloxyd	—	—	—	2,13
Sand	61,37	—	—	—

Aus dieser Zusammenstellung wird leicht ersichtlich, wie die verschiedenen Dünger auf die Qualität der Zuckerrübe verschieden wirken können.

Kuhmist und Pferdemist geben erfahrungsmässig bessere Zuckerrüben als Schweine- und Schafdung. In diesen beiden letzteren ist nun auch eine entschieden grössere Menge Natron, das die Krystallisation des Zuckers so sehr hindert, als in den beiden anderen, und dagegen weniger Phosphorsäure, die erfahrungsmässig auf die Entwickelung der Rüben günstig einwirkt.

Die flüssigen Excremente sind sehr reich an leicht assimilirbaren Stoffen, und vorzügliche Düngemittel. Im Kuhharn fand Payen 1,5 % Stickstoff. Im Pferdeharn sind nach Boussingault 1,5 % Stickstoff, im Menschenharn 1,15 % Stickstoff. Ein Gewichtstheil Urin soll eine grössere Ernte veranlassen als das fünffache Gewicht Stallmist. Die Zuckerfabricanten benutzen am besten ihren Steinkohlen- oder Braunkohlenstaub oder -gruss zur Aufnahme des Urins, wodurch sie ein für Zuckerrüben sehr ergiebiges und zugleich geruchloses Düngepulver erhalten.

Die Knochen im gemahlenen Zustande haben für die Production der Zuckerrübe einen besondern Werth, da die Erfahrung überall bewiesen hat, dass die Rüben von mit Knochen gedüngten Feldern weit fester im Fleische sind, beim Aufbewahren im Winter sich besser halten und sich leichter in der Fabrik verarbeiten lassen, als die mit anderen Düngern erzeugten.

Sie bestehen aus:

Phosphorsaurem Kalk	51 bis 58 %
Kohlensaurem Kalk (mit Magnesia)	6 „ 8 %
Organischen Substanzen	24 „ 28 %

mit 4 bis 6 % Stickstoff.

Dass die Phosphorsäure, an der die Knochen oft doppelt so reich sind als der Guano, der hauptsächlich wirkende Theil derselben ist, zeigt auf einigen Bodenarten (die wahrscheinlich sehr arm an Phosphorsäure sind) die ersichtliche Wirkung von weissgebrannten Knochen, die gar kein Ammoniak mehr entwickeln können. Auch wirkt das gedämpfte und fein gemahlene Knochenmehl rascher und besser als ungedämpfte Knochenstücke, obschon diese mehr leimartige Substanz (also ammoniakbildenden Stoff) enthalten.

Die zum Düngen übliche Menge des Knochenmehles beträgt pro Magdeburger Morgen 2 bis 300 Pfd. Ein zu grosses Quantum scheint keine entsprechende Steigerung der Ernte zu bewirken. Um seine

Um seine Löslichkeit im Boden zu befördern, schliesst man es oft mittelst Schwefelsäure auf, die mit der Hälfte des Kalkes Gyps bildet, während andererseits saurer phosphorsaurer Kalk in leicht assimilirbarem Zustande den Pflanzen dargeboten wird. Das Aufschliessen durch Salzsäure scheint mir weniger empfehlenswerth zu sein. Die billigste und vielleicht rationellste Vorbereitung der möglichst fein gemahlenen Knochen ist aber wohl ein Begiessen derselben mit Jauche, nachdem man sie mit humoser Erde oder Heckerling (zerkleinertem Stroh) gemischt und überdeckt hat. — Es kann dadurch den Knochen, die nur $^1/_3$ des Stickstoffes des Guano enthalten, eine Menge Stickstoff zugeführt werden, die sie den besten Düngmitteln gleichstellt. Es wird ferner hierbei eine Gährung oder Fäulniss hervorgerufen, wodurch das Knochenmehl aufgeschlossen und so als eine leicht lösliche Nahrung den Pflanzen zugeführt wird.

Sehr zu empfehlen ist die Anwendung der fein gemahlenen Knochen im Verein mit Stallmist. Selbst grössere Stücke Knochen sollen, mit Pferdemist gemischt und längere Zeit auf dem Düngerhaufen der Gährung überlassen, dadurch zersetzt werden. Der Erfolg gemischter Düngungen ist für alle Fälle ein sicherer.

Nach Dr. E. Wolff producirten

100 Kilo Knochenmehl, in 35 Versuchen	=	1952 Kilo Rüben
100 „ „ mit Schwefelsäure, in 13 Versuchen	=	8,229 „ „
100 Kilo Knochenmehl mit Salzsäure, in 4 Versuchen	=	10,224 „ „
100 Kilo gebrannte Knochen, in 15 Versuchen .	=	2,107 „ „
100 „ „ „ und Schwefelsäure, in 3 Versuchen	=	7,782 „ „

In England rechnet man 16 Bushel Knochen à 47 Pfund per acre für eine starke Knochendüngung, und 8 Bushel Knochen per acre, wenn sie mit anderem Dung gemischt werden*).

Der Guano ist ein ausgezeichnetes Düngemittel für Rüben, da er für alle Bodenarten passend, leicht zu transportiren und sicher in seinem Erfolge ist. Im feuchten Zustande wird er mit Erde gemischt, mit der Hand gestreut und flach untergebracht.

*) In neuester Zeit ist unter dem Namen „Sombrero-Phosphat“ ein weissgelbliches oder graues Mineral in den Handel gebracht, das 60 bis 80% phosphorsauren Kalk enthält und mit Schwefelsäure aufgeschlossen ein Surrogat für die Knochen darbietet.

Seine Zusammensetzung variirt sehr. Die verschiedenen Sorten enthalten:

Wasser von	6 bis 40%	
Ammoniakalische Substanzen von	20 „ 66%	(3 bis 17% Stickstoff)
Erdige Phosphate von	16 „ 70%	

Der Werth desselben ist um so grösser, je mehr ammoniakalische und phosphorsaure Verbindungen er enthält, je weniger er also von Regen ausgewaschen ist. Er zeigt sich besonders wirksam bei feuchtem Wetter, wirkt aber sehr schädlich auf die Keimfähigkeit der Samen, mit denen er daher nie in directe Berührung gebracht werden darf. Als Zugabe von circa 100 Pfund pro Morgen zu anderem Dung giebt er stets eine sichere Ernte. Mit Knochenmehl zusammen angewendet, ist er für die Zuckerrüben sehr zu empfehlen, da er in Folge der leichten Löslichkeit seiner ammoniakalischen Stoffe der Rübe in der Jugend die nöthige Nahrung zuführt und in der Periode des Reifens derselben nicht mehr so energisch wirkt. Die in Guano-Dünger gebauten Rüben sind nicht sehr schwierig auf Zucker zu verarbeiten, wenn die Menge des angewandten Guano nicht zu gross war.

Die Rapskuchen bestehen aus:

Hülsen und Holzfaser	25
Zucker, Dextrin, Pectin	17,7
Stickstoffhaltiger Substanz . . .	20,8
Oel	12,8
Wasser	14,9
Asche, Sand	8,8
	100,0

Die Rapskuchen sind ein schnellwirkender, leicht transportabler Dünger, der im Frühjahre einige Tage vor der Saat circa 3 Zoll untergeackert werden muss, da er im frischen Zustande und durch unmittelbare Berührung mit dem Samen den Keimen schadet.

Die leichte Zersetzbarkeit derselben bietet dem Rübenpflänzchen in der ersten Periode des Wachsthums eine gesunde Nahrung ohne die Salze, die in der Fabrication schädlich auftreten könnten. Sie wirken besonders in feuchten Jahrgängen oder nach Regen, während ihre Wirksamkeit in trockenen Jahren weniger augenfällig hervortritt.

Die Menge der davon angewendeten Düngung beträgt für Rüben 200 bis 800 Pfund à Magdb. Morgen, je nach dem Zustande des Feldes. Es soll jedoch beobachtet worden sein, dass die Rapskuchen das Ungeziefer sehr nach den Rübenfeldern ziehen und dadurch mitunter Schaden stiften.

Mit Knochenmehl angewendet liefern sie in Bezug auf Qualität der Rübe für die Zuckerfabrication die besten Resultate, und die vielfältige Anwendung derselben scheint daher gerechtfertigt. — Die Zuckerfabrik in Czakowitz in Böhmen hat diese Düngung für Zuckerrüben vielleicht in der ganzen Welt am grossartigsten betrieben und dadurch einen sehr concentrirten Rübenbau erzielt, der zum Muster dienen kann.

Die Asche kann eigentlich nicht als vollständige Düngung betrachtet werden; denn sie besteht ganz aus mineralischen Stoffen, deren alleinige Zufuhr der Zuckerrübe nicht den genügenden Nahrungsbedarf gewähren kann. Nur als Beihülfe in kleinen Quantitäten kann ihr Gebrauch bei der Cultur der Zuckerrübe angerathen werden, in grossen Mengen liefert sie Rüben, die so reich an Salzen sind, dass sie sich sehr schwierig verarbeiten lassen.

Die Zusammensetzung der Buchenasche von Scheitholz wird von Dr. G. Heyer folgendermaassen angegeben:

Eisenoxyd	0,5
Manganoxyduloxyd	0,9
Kalkerde	39,7
Magnesia	10,0
Kali	13,2
Natron	3,0
Kieselsäure	6,2
Phosphorsäure	6,0
Schwefelsäure	0,5
Chlor	0,06
Kohlensäure	19,6

Der Kalk bringt für Zuckerrüben oft eine ganz vorzügliche Wirkung hervor, obschon er eigentlich kein directes Düngemittel ist. Er bindet nicht nur jede freie Säure im Boden und macht sie dadurch unschädlich, sondern er wirkt auch zersetzend auf die schwerlöslichen im Boden aufgespeicherten organischen und mineralischen Verbindungen ein und führt sie in lösliche Form oder Pflanzennahrung über; er macht daher die im Boden liegenden todten Schätze lebendig und einträglich, befördert also den raschen Umsatz des Capitals: was heutzutage in der ganzen Handelswelt als ein entschiedener Fortschritt angesehen wird. Der Kalk ist daher für den Zuckerfabricanten, der Rüben haben muss, und zwar gute Rüben, und diese je eher je besser, oft ein sehr werthvolles Agens, und eine schädliche Wirkung desselben ist nur dann möglich, wenn er in so grossen Dosen angewendet wird, dass er durch

seine Einwirkung auf die organischen Stoffe mehr Ammoniak entwickelt, als der Boden festhalten kann. Das Sprichwort: „Kalk macht reiche Väter und arme Söhne“ ist also für den Zuckerfabricanten deshalb nicht zutreffend, weil die Söhne a priori reich werden, wenn der Vater reich ist, und die Wirkung des Kalkes darf hiernach nicht als ein zu frühzeitiges Ausnutzen des vorhandenen Bodenwerthes, sondern muss als das raschere Münzen eines sonst todten Capitals aufgefasst werden.

Selbstverständlich ist Kalk nur da von Nutzen, wo viele unzersetzte Mineralien und organische Materien im Boden sind, und der Boden von Natur nicht thätig und warmgründig genug ist, um diese werthvollen Stoffe allein, ohne Reizmittel, verarbeiten zu können. Der Kalk ist daher nur ein Mittel der möglichst raschen Verwerthung von Düngstoffen, zu welchem Zwecke er auch den Composthaufen beigemischt wird.

Die Qualität der Rübe behufs der Zuckerfabrication habe ich oft durch Kalkdüngung verbessert gefunden, wie auch Rüben auf allen von Natur kalkreichen Böden einen sehr reinen Saft enthalten.

Die Abfälle der Rübenzuckerfabrication bilden vorzügliche Düngungsmittel, da sie dem Felde wenigstens einen Theil der entzogenen Nahrung zurückgeben.

Der getrocknete Scheideschlamm enthält nach Dr. Hoffmann in 100:

Wasser	4,45
Mineralische Stoffe	50,7
Organische „	44,85
	100,00

Kohlensauren Kalk	16,60		
Kalk	17,36		
Magnesia	1,90		
Thonerde, Eisenoxyd	8,00		
Natron, Kali	0,39		
Chlor	Spur		
Schwefelsäure	0,05		
Phosphorsäure	1,90		
Organische Stoffe	44,85	Stickstoff	1,579
		Eiweiss	9,995
Wasser	4,45		
Rückstand	4,50		
	100,00		

In den verschiedenen Fabriken dürfte übrigens je nach der Qualität der Rüben, der Menge des zugesetzten Kalkes, der Scheidungsmethode etc. diese Zusammensetzung sehr wechseln. — 100 Pfd. Rüben geben höchstens 2 bis 3 Pfd. frischen Scheideschlamm, getrockneten (mit circa 4 % Wassergehalt) circa 1 ½ Pfd. Seine Wirkung als Düngemittel ist eine vorzügliche.

Die Saturations-Rückstände sind noch unbedeutender, ungefähr 0,18 von 100 Rüben. Die Zusammensetzung derselben ist nach Dr. Hoffmann

Kohlensaurer Kalk	59,09	
Kalk	3,16	
Schwefelsaurer Kalk	0,68	
Eisenoxyd, Thonerde	3,75	
Organische Stoffe	27,32	(Stickstoff 0,65)
In Salzsäure unlöslicher Rückstand	1,00	
Wasser	5,00	
	100,00	

Die Melasse variirt ebenfalls nach der Art der Rüben und der Fabricationsmethode. Sie giebt circa 9,5 bis 10 % Asche, wovon 90 % Alkalien.

Die procentische Zusammensetzung der Asche giebt Dr. Bretschneider folgendermaassen an:

Kieselsäure	0,32	
Eisenoxyd	0,08	
Kalk	0,29	
Magnesia	0,78	
Chlorkalium	22,81	. . 22,81
Kali	57,96	. . 67,38 (Kali + Natron)
Natron	9,42	
		90,19 Alkalien
Phosphorsäure	0,85	
Schwefelsäure	1,59	
	100.00	

Die Menge der stickstoffhaltigen organischen Substanzen in der Melasse variirt sehr, von unbedeutenden Mengen bis zu 12 %, und daher mag denn auch wohl der verschiedene Werth kommen, den man ihr als Düngemittel in verschiedenen Gegenden beilegt. Ohne allen Düngewerth kann sie unmöglich sein, da sie viele Alkalien enthält, die theils als directes, vorzüglich aber als indirectes Nahrungsmittel eine sehr

vortheilhafte Wirkung äussern, indem sie — mag man sie in eingedampfter Lösung oder in Form von Asche anwenden — die Mineralbestandtheile des Bodens aufschliessen und die Zersetzung der organischen Stoffe beschleunigen. 100 Pfund Rüben geben circa 2,5 Pfund Melasse.

Aus Fühling's „praktischem Rübenbauer" theile ich hier noch folgende Tabelle mit über den Gehalt verschiedener Düngerarten an Kali, Phosphorsäure und Stickstoff.

Gattung des Düngers.	Mittlerer Gehalt des Düngers in 100 Pfund an		
	Stickstoff	Kali	Phosphorsäure
Peru-Guano	15 Pfd.	3 Pfd.	12 Pfd.
Rapskuchen	4,5 „	1,5 „	2 „
Knochenmehl	5 „ (?)	— „	23 „
„ gedämpft	4,5 „	— „	24 „
„ mit Schwefelsäure	3 „	— „	17 „
Feste Menschenexcremente (74% W.)	1 „	0,5 „	1,2 „
Gute Poudrette	3 „	3 „	4 „
Gutes Alrat	10 „	8 „	12 „
Guter Blutdünger	10 „	4 „	8 „
Asche von Buchen (Eichen)	— „	13 „ (8,4)	6 „ (3,5)
Fleisch (nach Johnson)	5,5 „	0,5 „	8 „
Stallmist	0,4 „	0,5 „	0,2 „ (bis 0,6)

Wie viel von den einzelnen Düngemitteln nun dem Acker zu geben ist, um ihm seine Fruchtbarkeit zu erhalten, darüber kann man nur Hypothesen aufstellen, deren Richtigkeit und Werth dann durch praktische Versuche festzustellen ist. Die Annahme, dass in einer Zuckerfabrik eben nur Zucker oder eine von allen stickstoffhaltigen und unorganischen Stoffen befreite Substanz dargestellt und den Rüben entnommen würde, in den Rückständen daher alle jene Nährstoffe zurückgehalten werden müssten, ist unrichtig, da bei der Scheidung, Verdampfung und dem Kochen der Säfte beständig Ammoniak entweicht, den wir Zuckerfabricanten, die wir uns auf unsere Intelligenz oft so viel einbilden, — nicht auffangen. — Von der Knochenkohle werden viele Salze (Kali etc.) aufgenommen, die wir ebenfalls dem Boden nicht wieder zuführen, und endlich kommen die Rückstände der Saftgewinnung nur zum Theil der Düngung zu Gute, weil sie erst verfüttert werden. — Die praktische Regel: für jeden Morgen Rüben

noch 15 Centner Heu zum Wiederersatz der fehlenden Düngung zu verfüttern, dürfte daher wohl gerechtfertigt sein.

Folgende Tabelle weist nach 1) wie viel Düngstoffe 150 Centner Rüben dem Boden entnehmen, 2) wie viel man davon aus der Verarbeitung dieser 150 Centner wiederbekommt, und 3) den aus der Fabrication resultirenden Verlust, welcher dem Boden wieder zu ersetzen ist. 150 Centner Rüben geben bei 90 % Saftgewinn und 10 % Presslingen = 15 Centner Presslinge von circa 4 Centner Trockensubstanz, die verfüttert (à $1^3/_4$) = 7 Centner Dünger, Stallmist, geben würden.

Düngstoffe	Die den 4 Centner Trockensubst. entsprechenden 7 Ctr. Dünger enthalten	Der Scheideschlamm aus 150 Centner Rüben giebt	Aus der Melasse von 150 Centner Rüben	Summe der wieder nutzbaren Düngstoffe aus 150 Ctr. verarbeiteter Rüben	150 Ctr. Rüben entnehmen aber dem Boden an Düngstoffen	Verlust durch die Fabrication
Kali . . . Pfd.	11,30	1,00	19,32	31,62	75,00	43,38
Natron . . . „	1,98	—	3,14	5,12	15,30	10,18
Chlornatrium „	0,03	—	7,51	7,54	—	—
Eisenoxyd . „	2,73	20,00	0,04	22,77	3,25	—
Kalk „	4,63	66,00	3,09	73,72	20,00	—
Magnesia . . „	3,84	4,20	0,26	8,30	13,00	4,70
Phosphorsäure „	8,93	4,70	0,25	13,88	23,88	10,00
Schwefelsäure „	1,86	0,10	0,53	2,49	8,49	6,00
Kieselsäure . „	62,40	1,00	0,10	63,50	15,00	—
Manganoxyd „	2,15	—	—	2,15	—	—
Stickstoff . . „	7,00	3,60	3,00	13,60	39,00	25,40

Es müssen also, um dem Boden das wiederzugeben, was ihm die Rüben bei der Vegetation entnommen, den Rückständen der Fabrication per Morgen wenigstens noch in löslicher Form zugesetzt werden:

43,4 Pfund Kali,
10 „ Natron (?) (vergl. S. 42),
4,7 „ Magnesia (?),
10 „ Phosphorsäure,
6 „ Schwefelsäure und
25,4 „ Stickstoff.

Daher sind denn auch die hier angeführten Stoffe diejenigen, welche am häufigsten fehlen, und deren Zufuhr gewöhnlich von entschiedenem

Effecte auf Qualität und Quantität der Rübenernte ist. — Obige Aufstellung macht indessen keinen Anspruch auf volle Genauigkeit, sie soll nur ein ungefähres Bild dieser Verhältnisse darstellen.

Aussaat des Rübensamens.

Samen nennen wir das mit einem Keime als Anlage zu einer neuen Pflanze (derselben Art) versehene Pflanzenei, das unmittelbare und allgemeinste Fortpflanzungsorgan. Wir unterscheiden daran die Samenhülle und den Samenkern.

Der sogenannte Samen der Rübe besteht aus einem Gehäuse oder einem rauhen Panzer, der 3 bis 5 eigentliche keimfähige Saatkörner einschliesst. Dies Saatkorn besteht nun aus dem wirklichen Keim und einem den jugendlichen Trieb ernährenden Theil. Sobald die Samenhülle von Feuchtigkeit hinlänglich durchdrungen und der Panzer so erweicht ist, dass erstere auch das eigentliche Saatkorn erreicht, so schwillt dieses an, zersprengt die einhüllende Fessel, und die Entwickelung der jungen Pflanze aus dem Keime beginnt. Durch einen chemischen Process erfährt dabei gleichzeitig das im Samenkorn enthaltene Stärkemehl etc. eine Umwandlung; es wird geschickt gemacht, der jungen Pflanze so lange als Nahrungsquelle zu dienen, bis dieselbe sich durch ihre heranwachsenden Würzelchen anderweitig versorgen kann. Es ist interessant zu beobachten, wie sich neben dem ersten Blattpaare zugleich ein kleines Würzelchen bildet, welches stets, ganz unbekümmert um die verschiedene Lage, in der der Samen in die Erde kommt, perpendikulär in die Erde dringt. Untersucht man einen gekeimten Rübenkern, aus dem eben die zwei ersten Blättchen aus der Erde hervordringen, so findet man schon ein verhältnissmässig langes, wenn auch feines Würzelchen von 1 bis $1^1/_2$ Zoll Länge. Die Wurzel scheint also mit der grössten Energie gebildet zu werden, bis nach einer oder zwei Wochen auch die Blattorgane sich kräftiger gestalten und dann ihrerseits zur weiteren Entwickelung der Pflanze mitwirken.

Die Bedingungen, unter denen alle gesunden Samen keimen, bestehen in Zuführung von Luft, Feuchtigkeit und Wärme, und diese drei Factoren scheinen in einer gewissen Proportion und gleichzeitig auftreten zu müssen, wenn ein kräftiger und gesunder Keim hervorgehen soll;

tritt irgend einer davon zurück, so wird sich nie eine normale Pflanze ausbilden, sondern eine mehr oder weniger krankhafte Organisation die Folge davon sein.

1) Atmosphärische Luft ist eine nothwendige Bedingung zum Keimen jeder Pflanze, und zwar ist das in derselben enthaltene Sauerstoffgas der wirksame Bestandtheil, indem der Samen beim Keimungsprocesse viel Sauerstoff aufnimmt und ein gleiches Volum Kohlensäure entwickelt (Saussure). Das Keimen ist, wie das Athmen, unmöglich ohne den Sauerstoff der Luft; denn die Umwandlung des im Samen enthaltenen Stärkemehls in lösliche, die junge Pflanze nährende Stoffe (Gummi und Zucker) wird in allen Fällen durch Sauerstoffaufnahme des Proteïnkörpers im Samen eingeleitet; und wenn man Rübenkerne in Wasser zum Keimen bringen kann, so ist es eben die Luft, die im Wasser eingeschlossen ist, welche hier mitwirkt. Wird Wasser durch Kochen von seiner Luft befreit, so keimt der Samen nicht normal; ebenso zeigt er nur einen kränklichen Ansatz des Keimens im luftleeren Raume oder in Kohlensäure, Stickstoff etc.

2) Die Feuchtigkeit ist entschieden ein ebenso wichtiger Factor; sie wirkt einmal, insofern dadurch das Zellgewebe ausgedehnt und erweicht und das Zerreissen oder Zersprengen der Samenhülle erleichtert wird, ferner ist sie deshalb nöthig, weil sie die chemische Thätigkeit der anderen beiden Factoren vermittelt. Sie darf aber nicht im Uebermaass angewendet werden. Der Samen im Frühjahre nimmt 100 % Wasser (zuweilen jedoch bis zu 170 % — s. S. 63) auf, mehr ist er nicht im Stande zu absorbiren, mehr nützt ihm also auch nicht und dürfte schädlich wirken, wenn die Einwirkung lange fortgesetzt wird. In zwei (bis drei) Tagen absorbirt Rübensamen dieses Wasserquantum, dann müsste man ihn demnach in niedrige Haufen bringen und nur so stark anfeuchten, dass sich sein Feuchtigkeitsgehalt nicht wesentlich vermindert.

3) Auch die Wärme ist eine Bedingung des Keimens, und dieses selbst hat Wärme zur Folge. Wie bei zu geringer Wärme kein Keimen möglich ist (in der Winterkälte schlafen alle Saatkörner, die mit Feuchtigkeit im Schooss der Mutter Erde liegen), so beschleunigt eine höhere Temperatur bis zu einer gewissen Grenze das Keimen sehr und befördert die rasche Entwickelung der jungen Pflanze, wenn die nöthige Feuchtigkeit vorhanden ist. Bei einer zu hohen Temperatur aber, etwa bei 40° und darüber, würde der Keim austrocknen und zu Grunde gehen.

Die Meinungen über den Einfluss des Lichtes sind verschieden. Beim Keimen der Gerste zur Bereitung des Malzes sucht man das Licht sorgfältig abzuschliessen, wie auch in der Erde der erste Keim dem Lichte entzogen ist. Viele wollen daraus schliessen, dass das Licht dem Process des Keimens unbedingt schädlich sei, was jedoch nicht der Fall ist, wenn auch das Licht das Keimen anfangs insofern etwas verzögern mag, als die damit gewöhnlich verbundene höhere Temperatur ein geringes Austrocknen des Samens bewirken kann. Da aber in der Wirklichkeit der Same in der Erde dem Lichte entzogen ist, so hat die Erörterung dieser Frage kein besonderes Interesse für den praktischen Rübenbauer, für den die Einwirkung des Lichtes nur dann von Wichtigkeit wird, wenn der Keim sich zur Pflanze ausgebildet hat, wenn die ersten jungen Blättchen über der Erde erschienen sind. Für die Vegetation ist unstreitig nachher Licht unentbehrlich, weil es den Austausch der Gasarten und auch die Umsetzung und Verwandlung der im Pflanzenorganismus sich bildenden verschiedenen Verbindungen vermittelt. Wie alle im Schatten gewachsenen Pflanzen eine kümmerliche, fehlerhafte Entwickelung nehmen, so enthalten auch die Rüben, wenn sie im selbst theilweisen Schatten aufgewachsen sind, stets weniger Zucker.

Bewahrt man den reifen, lufttrocknen Samen an trocknen Orten auf, so ruht seine Keimkraft, da ihm eine der drei Bedingungen ihrer Entwickelung, die Feuchtigkeit, fehlt. — Die Keimfähigkeit der Samenarten ist von sehr ungleicher Dauer; während sie bei einigen, auch dem Rübensamen, schon nach 2 bis 3 Jahren nicht mehr zur vollen Geltung kommt, erhält sie sich bei anderen Jahrtausende lang in ungeschwächter Kraft (Mumienweizen).

Nach dieser kurzen Beleuchtung des Keimungs-Processes werden wir zu der Aussaat des Rübensamens übergehen, zuvor aber noch die Zubereitung des Bodens im Frühjahre betrachten, der, zur Aufnahme des Samens bestimmt, gleichsam als Vermittler aller Bedingungen des Keimens und Wachsens wesentlichen Einfluss auf eine glückliche Ernte ausübt.

Da der Keimprocess und die entwickelte junge Rübenpflanze Feuchtigkeit im Boden verlangen, so bringt man an vielen Orten den Samen gleich in den im Herbste tief geackerten, noch von Feuchtigkeit durchdrungenen Boden, der vorher nur durchgeeggt wird. Durch dieses Verfahren gewährt man dem Samen und der jungen Pflanze ihren Feuchtigkeitsbedarf am sichersten, während dagegen das Pflügen

des Ackers im Frühjahre nicht geschehen kann, ohne den so kräftig trocknenden Frühjahrswinden grössere Oberflächen zu bieten, also einen der Grösse dieser vermehrten Oberfläche proportionalen Antheil Wasser durch Verdunstung aus dem Acker zu verlieren. Da der Acker ferner in rauher Winterfurche den Einflüssen des Frostes ausgesetzt war, ist er in seinen oberen Schichten durch die kräftig wirkende Ausdehnung des Wassers beim Uebergehen in den Zustand von Eis in allen Richtungen so zerspalten und zersprengt, dass er sich in jenem Zustande grösstmöglicher Feinheit befindet, der unter dem Namen „Gahre“ bekannt und bei den Landwirthen so beliebt ist. Er hat mithin die Pulverisirung und Porosität erlangt, die bei genügender Feuchtigkeit den jungen Pflanzen einen festen Standpunkt bietet, während zugleich genug atmosphärische Luft zur Entwickelung des Keimes in die Ackerkrume eindringen kann, und in den oberen Schichten wahrscheinlich schon durch die Winterfeuchtigkeit gelöste Nahrungsstoffe für die jungen Pflanzen vorhanden sind.

Demnach erscheint es fast rationell, den Boden im Frühjahr gar nicht zu pflügen (und ihn nicht von Pferden oder Ochsen betreten zu lassen, die stets durch die vielen harten Eindrücke ihrer Hufe schädlich wirken), sondern den Rübensamen ohne Weiteres nach vorhergegangener (Hand-) Eggung unterzubringen. Im Magdeburgischen hat in der That dieses Verfahren recht erfreuliche Resultate zur Folge gehabt; allein es lassen sich über die beste Methode der Frühjahrsbestellung keine allgemeinen Regeln aufstellen, sondern es werden hierüber immer die örtlichen Verhältnisse entscheiden müssen, nämlich die grössere oder geringere Bündigkeit des Ackers, sein Wassergehalt, die klimatischen und meteorologischen Einflüsse, der Culturzustand, die Menge der disponiblen Arbeitskräfte etc.

Ist der Acker weniger gereinigt, oder in geringerer Cultur, so bringt obige Bestellungsweise den Uebelstand mit sich, dass das Unkraut im Frühjahre sehr rasch und üppig emporschiesst, und dadurch oft entweder die jungen Rübenpflänzchen im Wachsthume wesentlich beeinträchtigt, oder doch ein sehr sorgfältiges und schwieriges, mithin theures erstes Hacken zur Folge hat, wodurch alle anderweitigen Vortheile illusorisch werden dürften.

Ist der Boden sehr bündig und nass, so wird einestheils das Ungeziefer dadurch sehr geschützt, nimmt nachher überhand und richtet vielen Schaden an — die Engerlinge z. B. können so nicht aufgelesen werden, was hinter dem Pfluge leicht zu bewerkstelligen ist —, an-

derntheils bildet sich dabei, besonders bei Regen, sehr leicht eine Kruste, die den Zutritt der Luft zu den jungen Keimblättern hindert, und sie entweder erstickt, oder ihr Emporkommen mechanisch verhindert. Diese Kruste muss man dann mit Eggen oder Stachelwalzen rasch durchbrechen, darf aber nicht erwarten, dadurch ein befriedigendes Aufgehen des Rübensamens in allen Fällen zu bewirken.

Viele Landwirthe ziehen es daher vor, den Acker im Frühjahre mittelst eines Exstirpators aufzureissen und zu pulverisiren, ohne den Winden eine zu grosse Fläche darzubieten, die durch sie ausgetrocknet werden könnte.

Es empfiehlt sich hierzu auch ganz besonders die sogenannte Saathacke oder der Schnellpflug von Horsky, welcher bei geringer Zugkraft viel leistet und nur die oberste Schicht von 3 bis 4 Zoll wendet und pulvert, wie es die Saat verlangt.

Noch schwerere Böden müssen indessen durch Pflügen im Frühjahre vorbereitet werden, damit die oberen Schichten trocken und hinlänglich mürbe werden und der Saat ein geeignetes Bett darbieten. Mr. Lynes in England empfiehlt dazu ganz besonders Hancok's Patent-Pulverisator (pulverizer plough), der von ausserordentlicher Wirkung sein und die schwersten Böden in einen fein zerkrümelten Zustand versetzen soll.

Die Behandlung des Ackers im Frühjahre hängt, wie schon oben bemerkt, ganz von seiner Beschaffenheit ab; leichte, milde und doch humöse Böden lassen sich mit weniger Aufwand von Zeit und Kraft herrichten, als schwerere. Wie verschieden die Ansichten der Rübenbauer in diesem Punkte, nämlich über die Mittel zum Zwecke, aber auch sein mögen, so stimmen doch alle darin überein, dass die Bedingungen zum günstigen Aufgehen der Saat und zum ferneren Gedeihen der Pflanze gegeben sein müssen, nämlich: eine tiefe Lockerung des Bodens, die eine tiefgehende, ungezwungene Ausbildung der Rübenwurzel gestattet, eine gehörige Feinheit und Lockerheit der oberen Ackerkrume, die der Luft genügenden Zutritt gewährt, und Feuchtigkeit, um der jungen Pflanze die nöthige Nahrung zuzuführen. Es ist daher unerlässlich, besonders in heissen Klimaten, dicht hinter dem Bodenlockerungsinstrumente eine Egge gehen zu lassen und dieselbe womöglich an den Pflug oder Exstirpator zu hängen, ferner die Saat auf dem frisch zubereiteten Boden sofort unterzubringen, indem man die Saatmaschine dem Exstirpator unmittelbar folgen lässt. Darauf kommt die Walze, die die Erde an den Samen drückt und die Ober-

fläche ebnet. So kommt der Same in feuchtes Land, und das Austrocknen wird verhindert. Lässt man aber den Boden ungeeggt und nur gewalzt liegen, so bietet er der Luft in den Unebenheiten sehr grosse Oberflächen und trocknet rasch aus, was wenigstens einen sehr verspäteten kümmerlichen Aufgang zur Folge haben kann.

Wir wollen nun die Frage untersuchen: Welches ist die günstigste Zeit der Aussaat?

Es herrschen auch über diesen Punkt die verschiedenartigsten Ansichten unter den Landwirthen. Unstreitig ist derjenige Zeitpunkt der geeignetste, der ein möglichst schnelles Aufgehen der Saat bewirkt und eine kräftige Weiterentwickelung der jungen Pflanze sichert. Dabei kommt aber zunächst

a) der Grad der Feuchtigkeit im Boden in Betracht. Ohne Feuchtigkeit ist kein Aufgehen möglich. Während Einige die Feuchtigkeit auch in den obersten Schichten der Ackerkrume zur Saat möglichst conservirt wissen wollen, dringen Andere mit aller Bestimmtheit darauf, den Samen in ganz trockene Erde zu legen. Die letztere Behauptung gründet sich darauf, dass die trockene Erde sich besser um und an den Samen schmiege, als feuchte Erdklumpen, daher der jungen Wurzel auch unmittelbar einen Standpunkt bieten könne. Ein trockenes Saatbett ist ferner in dem Falle vorzüglich, wenn unpräparirter Samen angewendet wird, der ohne Schaden und ohne zu keimen so lange liegt, bis Regen kommt, und dann gleichmässig aufgeht; während ein solcher Samen in feuchter Erde wohl zu keimen anfängt, aber nicht kräftig genug, und deshalb bei nachfolgender anhaltender Hitze leicht Gefahr läuft, entweder ganz stecken zu bleiben, oder nur verkrüppelt aufzukommen. Wenn man nun aber den Samen derart präparirt, wie wir später näher beleuchten werden, dass er in wenigen Tagen unter allen Umständen aufgeht, so scheint mir eine etwas feuchte Ackerkrume den Vorzug zu verdienen, weil sie selbst unter den ungünstigsten Umständen nicht allzutief austrocknen kann, so dass die Würzelchen, die in wenigen Tagen bis zu 2 Zoll Tiefe in den Boden dringen, in der dort noch vorhandenen Feuchtigkeit ihr freudiges Gedeihen gesichert finden. — Das Austrocknen kann nämlich immer nur an der Oberfläche stattfinden und steht im genauen Verhältniss zur Lockerheit des Bodens. Je fester und ebener die Fläche, desto weniger Feuchtigkeit verdunstet, und da man den Acker nach der Rübensaat am vortheilhaftesten immer walzen wird, so ist hier dem Austrocknen nur ein geringer Spielraum gegeben.

Auch die Temperatur der Erde und Luft hat augenscheinlich einen grossen Einfluss auf die Feuchtigkeit des Bodens. Da die mittlere Lufttemperatur unserer Gegenden (Deutschlands) durchschnittlich 8 bis 10° R. beträgt, während die mittlere Temperatur der Ackerkrume je nach ihrer mechanischen Beschaffenheit etwas niedriger oder höher, meistens aber einige Grade niedriger ist, so geht das Austrocknen des Bodens nicht gar so rasch von Statten. Nach Gardener's Chronicle (Decbr. 49) verdampfte im Sommer bei + 18° R. am ersten Tage $^1/_4$ von der Wassermenge der Ackeroberfläche; am zweiten Tage trocknete die Erde bis zu einer Tiefe von $^1/_{10}$ Zoll aus, und je tiefer dieses Austrocknen ging von Tage zu Tage, desto geringer war die tägliche Verdampfung, bis sie sich zuletzt bei völliger Trockenheit der Oberfläche jeder Möglichkeit einer Nachweisung entzog. Erst nach 8 Tagen litten Pflanzen bei einer Temperatur von 18° R., die im Frühjahr nie stattfindet, in einer Tiefe von 3 bis 4 Zoll. Bei der im Frühjahre herrschenden Temperatur trocknet der Boden nicht tiefer als 2 Zoll aus. Tiefer als 4 bis 6 Zoll geht die Austrocknung überhaupt nicht, da sich die Feuchtigkeit aus gewissen Grenzen von unten zu ersetzen scheint. Die ganze Frage über Nutzen oder Schaden der Bodenfeuchtigkeit für die Saat kommt also darauf hinaus: Kann man die Rübensamen derart präpariren, dass die junge Wurzel der Pflanze bis zum 8. oder 10. Tage eine Tiefe von 2 Zoll erreicht? — Ist diese Frage gelöst, so kann man ruhig in feuchten Boden säen, vorausgesetzt, dass der milde Boden sich mürbe ackern lässt und nicht in Klumpen sich ballt, „sich schmiert," wie der Praktiker zu sagen pflegt. Ich bitte, zwischen „nass" und „feucht" wohl zu unterscheiden. Bei nur feuchtem Boden hat man nicht zu fürchten, dass eine anhaltende Hitze der Saat Schaden bringe, zumal die wasserhaltende Kraft jener Erdarten, die zum Rübenbau tauglich sind, wenigstens 50 % beträgt.

Der Feuchtigkeitsgrad des Bodens richtet sich übrigens nach den Bodenarten, die eine verschiedene wasserhaltende Kraft besitzen. Dr. Schulze-Fleeth fand die wasserhaltende Kraft der Erdarten gegenüber ihrer wasserverdampfenden wie folgt:

100 Theile	halten zurück Gewichtstheile Wasser	verdampfen in 4 Stunden bei 18,7° C. Gewichtstheile Wasser
Quarzsand	25	88,4
Gröberer Kalksand	29	75,9
Lettenartiger Thon	40	52
Lehmartiger „	50	45,7
Kleiartiger „	61	34,9
Thon	70	31,3
Feine Kalkerde	85	28
Humus	90	20,5

Die Verdunstung zeigt hiernach gerade das umgekehrte Verhältniss wie die wasserhaltende Kraft.

Demnach hängt die Zeit der Saat sehr wesentlich von der Beschaffenheit des Bodens ab; ein sandiger oder leichter, milder Boden trocknet rascher ab, ist also früher zu bearbeiten, als ein schwerer, z. B. ein Thonboden. In einem solchen Boden ist bei trockenem Wetter oft ein schlechter Aufgang, da sich Klumpen bilden, die den Samen zu wenig mit Erde in Berührung bringen.

b) Die Luft im Boden ist für das Gedeihen der Aussaat ebenfalls von wesentlichem Einflusse; denn sie ist in bedeutender Menge im Acker enthalten und dringt durch alle Poren der Erde, wo sie dem Samen zu Gute kommt.

Man hat gefunden, dass $1/4$ von dem Raume der cultivirten Oberfläche mit Luft gefüllt ist. Ein Cubikfuss pulverisirter Boden, der wenigstens einer Rübenpflanze zu Gebote steht, enthält demnach $1/4$ Cubikfuss Luft, und ein Morgen Feld, 12 Zoll tief gepflügt, enthält darin 25,560 Cubikfuss Luft. Ist der Zustand des Ackerbodens kein fein pulverisirter, so ist zu viel Luft vorhanden, in der die Wurzel, deren natürlichen Standpunkt die Erde bildet, keine Nahrung findet und verkümmert; je feiner der Boden ferner gepulvert wird, desto besser schützt er die Saat vor extremen Temperatureinflüssen, während dadurch zugleich eine zu starke Ausstrahlung der Wärme verhindert wird. Dr. Grouven führt eine interessante Beobachtung (in der Vereinsschrift für Rübenzuckerindustrie, 91. Lieferung, S. 328) an, die ergiebt, dass die schönsten und kräftigsten Pflanzen erzielt werden, wenn man die Oberfläche des Bodens alle drei Tage 1 Zoll tief auflockert (wie es beim Hacken geschieht).

c) Müssen Luft und Erde ein nicht zu geringes Maass Wärme enthalten, wenn der Samen keimen soll. Es ist daher rationell, dann den Anbau vorzunehmen, wenn sich der Boden im Frühjahre constant erwärmt hat. Eine andere Regel lässt sich nicht geben, da die Qualität des Bodens, seine Lage, die meteorologischen Einflüsse in jeder Localität darüber maassgebend sind. Der Rübenbauer muss eben die Natur beobachten und ihre Regeln erlauschen.

Auf manchen Besitzungen in Russland ist die Ordnung eingeführt, dass die Rübensaat an dem Tage vorgenommen wird, an dem die Summe der Wärmegrade, welche man seit Erwärmung der Erde über 1° R. durch tägliche Notirung der mittleren Temperatur der oberen Erdschicht erhält, 80° R. beträgt. Zu diesem Zwecke wird ein Thermometer, das 4 Werschock (= 7 Zoll) in die Erde gegraben ist, jeden Morgen um 6 Uhr beobachtet und diese Beobachtung aufgezeichnet.

Figur 1 zeigt eine solche graphische Aufzeichnung der Erdtemperaturen für 4 Jahre. — Die Zahlen oben bedeuten die Tage des Monats, die Zahlen links die Grade der Erdwärme nach Réaumur.

Aus dieser Tabelle ersieht man, dass der Anbau in den Jahren 1856, 57, 58 und 59 am 22., 18., 26., 21. April unter denselben Bedingungen angefangen hat; ferner ergiebt sich aus der Tabelle eine fast constante Zunahme der Erdwärme seit 1° R., welche beweist, dass man unter allen Umständen bereits den 18. April mit der Saat beginnen kann, oft sogar schon am 14. April, wie die Erfahrung bestätigt. Eine solche Beobachtung dürfte sich dem denkenden Landwirthe allerdings sehr empfehlen und wesentlich dazu beitragen, die Gesetze der Natur zu erforschen. Es scheinen mir aber bei diesem Verfahren zur Ermittelung der günstigsten Saatzeit 2 Punkte nicht gehörig motivirt, nämlich 1) weshalb so bestimmt 80 Wärmegrade als Norm angenommen sind, während doch die Erfahrung, die hier allein zu entscheiden hat, nicht sowohl die Erreichung dieser Zahl, als vielmehr die constante Zunahme der Bodentemperatur für eine erfolgreiche Aussaat verlangt; und 2) weshalb das Thermometer 7 Zoll in die Erde eingesenkt ist. Die Wärme der Erde in einer Tiefe von 7 Zoll scheint mir mit der Wärme, die dem Samen in den ersten Tagen zu Gute kommt, sehr wenig gemein zu haben, da der Samen nur $^3/_4$ Zoll unter der Oberfläche liegt, und die junge Pflanze einige Tage braucht, bis sie ihre Wurzeln in jene Tiefe senkt.

Würde das Thermometer nur 2 bis 3 Zoll (die Tiefe der Wurzel einer 8tägigen Vegetationsperiode) in die Erde gesetzt, so könnte man sicher mit der Aussaat beginnen, wenn die mittlere Temperatur nahezu 5 bis 6° Erdwärme bleibend erreicht hat. Wollte man jedoch die Bodentemperatur des Morgens allein als maassgebend betrachten, so könnte dabei jener merkwürdige Umstand eintreten, wie ich ihn 1861 selbst wirklich erfahren habe, dass Rübensamen keimt und Rübenpflanzen aufgehen, obgleich die Erde des Morgens 6 Uhr 0° oder selbst — 1° hat, wobei doch keine Pflanze gedeihen kann. In diesem Falle wächst nämlich die junge Pflanze nur unter dem Einflusse der Tageswärme, die sich auch dem Boden mittheilt; in der Nachtkälte dagegen ruht ihre Vegetation so lange, bis der Boden durch die aufgehende Sonne auf's Neue erwärmt wird. — Man muss daher vernünftiger Weise die mittlere Temperatur der Erde allen derartigen Beobachtungen zu Grunde legen. Die mittlere Temperatur wird erhalten, wenn man

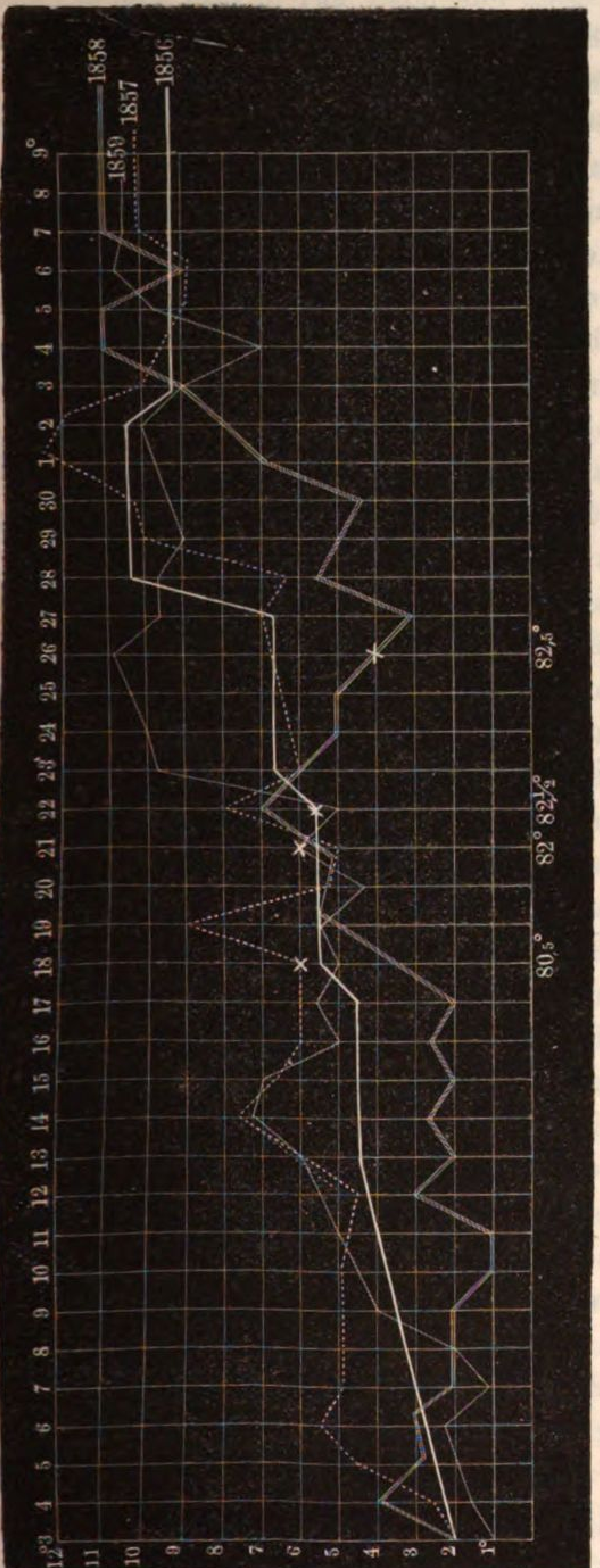


Fig. 1.

des Morgens 8 Uhr, Nachmittags 2 Uhr und Abends 8 Uhr die betreffenden Temperaturen addirt und die Summa durch 3 theilt. Z. B. des Morgens sei

0° Réaumur die Thermometeranzeige,
10° „ des Mittags und
8° „ des Abends,

so ist 18° : 3 = 6° die mittlere Bodenwärme, welche als maassgebend betrachtet werden muss. Ist diese mittlere Temperatur constant, so hat auch der Boden gewöhnlich jene Beschaffenheit erlangt, bei der er sich leicht pflügen und bearbeiten lässt. Unter den obigen Bedingungen würde der Anbau einige Tage früher stattfinden, als die Tabelle anzeigt, und da ein zeitiger Anbau nicht nur die Sicherheit der Rübenernte wesentlich bedingt, sondern auch durch die zeitige Ausbildung der jungen Pflanze und die normale weitere Entwickelung eine bessere Qualität erwarten lässt, so ist die frühere Aussaat sehr zu empfehlen, namentlich in trockenen Jahren.

Die Wärme ist zum Keimen eine der wesentlichsten Bedingungen. Durch die erwärmende Kraft des Sonnenstrahles wird im Frühjahre die ganze Pflanzenwelt zu neuem Leben, zu neuer Thätigkeit wach gerufen; überall quillt und schwillt der Saft der Pflanze und treibt Keime, Blätter, Knospen und Blüthen. Selbst der Wurm in der Erde wird durch der Wärme Zauberstrahl aus der Lethargie des Winterschlafes erweckt und zur Oberfläche gerufen. So übt die Wärme auf Alles einen magischen Einfluss; erst durch sie werden auch Feuchtigkeit und Luft zur energischen Thätigkeit angefeuert, während vorher ihre Kräfte zu schlummern schienen. — Es fragt sich nun, ob nicht durch die künstliche Wärme der Rübenbauer in seinem Streben unterstützt werden kann, ein gutes Aufgehen der Saat schnell und in jedem Falle zu erzielen.

Säet man guten Rübensamen im Frühjahre, so dauert es gewöhnlich 10 bis 11 Tage bei einer Erdwärme von 9 bis 10°, bis der Rübensamen aufgeht. Er hat also (10 × 10 =) 100 bis (11 × 10 =) 110 Wärmemengen*) im Ganzen nöthig, um sich naturgemäss zu entwickeln.

Wenn man nun einen Theil dieser Wärme neben genügender Feuchtigkeit auf den Rübensamen schon vor seiner Aussaat wirken lässt, so liegt die Folgerung nahe, dass man um diesen Betrag seinen

*) „Wärmemengen" bedeuten ein Product aus Wärme und Zeit = Thermometergrade × Tage (vgl. S. 81).

Aufgang beschleunigen kann. Es muss also Rübensamen, bei Feuchtigkeit 5 Tage hindurch einer Wärme von 10° ausgesetzt und dann rasch gesäet, schon den 5. Tag nach der Saat anstatt den 10. aufgehen, vorausgesetzt, dass die Erde auch 10° Wärme hat. Eine solche Beschleunigung des Aufgehens ist von grossem Vortheile; denn die jungen Rübenpflänzchen wachsen so dem Unkraut eilig voraus und erleichtern die Reinigung des Feldes ungemein, indem sich ihre frischen grünen Reihen schön auf dem noch unkrautfreien Felde abzeichnen. Ein ähnliches Resultat würde man erzielen, wenn man den Samen 3 Tage hindurch bei 17° R. befeuchtet hielte; denn Zeit und Temperatur des Keimens stehen immer im umgekehrten Verhältnisse; eine Verringerung der Dauer des Keimens hat eine eben solche Erhöhung der anzuwendenden Wärme zur Folge. Es versteht sich aber von selbst, dass diese Temperaturerhöhung zum Zwecke einer kürzeren Keimzeit in Wirklichkeit bald ihre Grenzen hat, dass man immer nur mässige Wärme bei genügender Zeit anwenden darf, wie es den Bedingungen des Pflanzenorganismus entspricht. Das Product aus Keimzeit und Temperatur muss immer circa 100 bis 110° betragen, diese 100 bis 110 Wärmemengen gebraucht der Samen, einem unbestreitbaren Erfahrungssatze gemäss, zum normalen Aufgehen; ebenso steht es fest, dass man schon vor der Saat, ausserhalb der Erde, die Hälfte jener Wärmemengen mit sicherem Erfolge auf den Samen wirken lassen kann.

Nachdem wir nun über die Zeit der Aussaat einige Bemerkungen gemacht haben, müssen wir uns zur Qualität des Samens wenden. Der Samen entwickelt unter den oben betrachteten Einflüssen Keime; im Keime ist aber die Pflanze schon der Anlage nach enthalten, die verschiedenen Zellenarten sind schon gebildet, deshalb müssen aus gleichen Samenkernen gleiche oder doch ähnliche Pflanzen hervorgehen. Demnach ist auch ein guter Samen nöthig, um eine gute Zuckerrübe zu erzeugen. Der Samen einer Turnips bringt wieder eine Turnipspflanze hervor, im Futterrübensamen ist stets der Embryo einer Pflanze, die wenig Zucker enthält; so vererbt auch der Samen einer zuckerreichen Rübe die Eigenschaften der Stammpflanze, und es muss daher die besondere Aufmerksamkeit des Rübenzuckerfabricanten auf einen Samen von zuckerreichen Rüben gerichtet sein, obwohl Viele eine Abstammung und Vererbung nicht anerkennen wollen.

Für den Rübenzuckerfabricanten erlaube ich mir dagegen die Bemerkung zu wiederholen, dass unendlich viele Sorten gerade von Rüben existiren, deren jede ihre charakteristischen Eigenschaften seit

Jahrhunderten mehr oder weniger beibehalten hat. Die Futterrübe bleibt ewig eine Rübe von wenig Zuckergehalt selbst auf dem allerbesten Zuckerrübenboden. Einen schlagenden Beweis, wie grosse Verschiedenheiten bei den durch Samen übertragenen Abarten einer Pflanzenspecies existiren können, liefern die Aepfel, deren Saft gewöhnlich 10 bis 11 % Zucker hat, während eine Sorte in demselben Klima 16 bis 18 %, also einen um 50 % höheren Betrag enthält; — und doch sind sie alle Aepfel!

Ich will damit durchaus nicht behauptet haben, dass die Auswahl eines guten Rübensamens für alle Verhältnisse eine gute, zuckerreiche Rübe garantire, denn es hängt ja letztere, wie schon erklärt, hauptsächlich von der Beschaffenheit des Bodens, von der Düngung, Fruchtfolge und den klimatischen Einflüssen ab; aber ich halte es für wichtig, diesen Punkt einer nähern Aufmerksamkeit zu empfehlen, denn ich glaube aus mehrjährigen darüber angestellten comparativen Versuchen folgern zu dürfen, dass der edlere Samen auch stets eine edlere Rübe giebt. Wohl haben mir Versuche im Grossen gezeigt, dass auch aus gutem Samen schlechte Rüben erzielt werden können, wenn Boden und Düngung nicht für Zuckerrüben geeignet waren, während mittelmässiger Samen auf besserem Boden auch bessere Rüben liefert. Daraus hat man nun den Schluss ziehen wollen, dass der Samen wenig oder gar keinen Einfluss habe auf die Güte der erzeugten Rübe. Meiner Ansicht nach ist eine solche Folgerung nicht ganz richtig, weil die Verhältnisse nicht gleich waren; es lässt sich daraus höchstens folgern, dass der Grund und Boden oder dessen chemische und physikalische Beschaffenheit nebst Düngung die Hauptagentien sind, und dass selbst das Beste unter nachtheiligen Einflüssen ausarten kann.

Es mache doch jeder Fabricant, dem daran liegt, den Einfluss des Bodens auf die verschiedenen Rübenvarietäten festzustellen, den Versuch mit verschiedenen Sorten Samen auf einem und demselben Felde, an einem und demselben Tage, lege die Samen in gleicher Tiefe, bearbeite sie genau gleich und lasse an dem Erntetage 50 gleich grosse Rüben von jeder Sorte genau untersuchen, damit ein mittleres maassgebendes Resultat erhalten werde, das für die localen Verhältnisse über die beste Sorte entscheidet. — Dies ist ein einfacher, praktischer Weg, der ohne Kosten zum Ziele führt.

Ich erlaube mir hierüber noch zu bemerken, dass der Fabricant auch die Keimfähigkeit des Samens bei der Entscheidung über die Qualität zu untersuchen hat. Zweijähriger Samen z. B. keimt bedeutend lang-

samer als einjähriger, und hätte man z. B. eine Mischung zweier Jahrgänge, so würde ein sehr ungleiches Aufgehen des Samens die Folge davon sein. Eine Probe im Kleinen giebt leicht Aufschluss darüber.

Auch die Grösse des Samenkernes scheint nicht ohne Einfluss zu sein. Je grösser der Samen, desto kräftiger die junge Pflanze. Der Samen, der nicht seine volle Ausbildung genossen, kann auch keine vollkommenen Pflanzen geben. Das erstreckt sich auf die ganze Vegetation. Wir finden ebenfalls im Thierreich, dass die Erzeuger ihre Eigenschaften auf die Nachkommen vererben.

Der sogenannte Samen der Rübe hat ein eigenthümliches rauhes Aussehen und besteht aus einem Gehäuse oder einer dicken Kapsel, in der mehrere (3 bis 5) kleine mit brauner Haut überzogene eigentliche Saatkörner eingeschlossen sind, deren jedes eine Pflanze entwickelt. Die Natur scheint dafür gesorgt zu haben, dass, wo eine solche Samenkapsel in die Erde kommt, jedenfalls wenigstens eine Rübe entsteht. Wenn der Samen nun keimt, so springt eine Platte von der Kapsel ab und gestattet der Wurzel sowohl in die Erde zu dringen, als dem Blattkeime nach oben zu wachsen, wobei er nicht selten (in sehr flacher Lage) das Gehäuse mit aus der Erde hebt. Die Bedingungen zum Keimen sucht man mitunter dem Samen im Frühjahre schon vor dem Einbringen in die Erde zuzufügen, um ein schnelleres und sichereres Auflaufen der Saat zu erzielen. Man führt dem Samen die nöthige Feuchtigkeit und Wärme zu, indem man ihn bei 10 bis 15° R. in Wasser taucht oder mit Wasser befeuchtet. Dieser Feuchtigkeit scheint der Samen in der That zu bedürfen, denn er nimmt eine seinem Gewicht aequivalente Menge (also 100 %, ja selbst 170 %) davon auf; auch kann man den Samen dadurch bei genügender Wärme vollständig zum Keimen bringen, ehe er in die Erde kommt. Das Einweichen in reinem Wasser zieht aber folgende Uebelstände nach sich. Beobachtet man das Wasser, in dem Samen eingeweicht wurde, so findet man, dass es bald braun wird. Das Wasser löst daher eine Substanz aus dem Rübensamen, es macerirt ihn förmlich. Giesst man dies braune Wasser ab und lässt es in der Wärme stehen, so zeigt sich bald ein ammoniakalischer Geruch: ein Beweis, dass das Wasser aus dem Samen stickstoffhaltige Stoffe auslaugt, die die Natur demselben wahrscheinlich zur Ernährung des jungen Keimes mitgegeben hat. Das wenigstens scheint seine leichte Löslichkeit zu beweisen. Dem entsprechend werden auch die jungen Pflänzchen schwächer und gelber von im Wasser geweichtem Samen, als aus anderem, und je länger das

Wasser darauf wirkte, desto deutlicher prägt sich dies aus. Nach drei- bis viertägigem Einweichen ist der Unterschied deutlich zu beobachten. Mir sind Versuche im Grossen bekannt, wo man den Samen wiederholt einweichte und dadurch fast eine Missernte herbeiführte, indem man die stickstoffhaltigen Substanzen auslaugte. Ein anderer Uebelstand dabei besteht darin, dass der im Wasser eingeweichte Samen sehr rasch austrocknet; denn das Wasser verdunstet und lässt den Samen nur trockener zurück. Daher verdirbt dann solche Saat oft in trockenem Boden oder bei anhaltend warmem Wetter.

Die Uebelstände, die sich beim Einweichen in reinem Wasser herausstellen, werden durch Befeuchten des Samens mit Mistjauche (oder Urin) leicht vermieden. Die Mistjauche kann den Samen in Folge ihres Salzgehaltes nur in sehr geringem Maasse auslaugen, imprägnirt ihn dagegen vollständig mit ihren düngenden Stoffen, so dass die jungen Pflänzchen aus solchem Samen entschieden kräftiger und dunkelgrüner aussehen. Der Samen wird auch durch Jauche nicht ausgetrocknet, sondern hält sich vermöge ihrer hygroskopischen Salze immer feucht. Die Erfahrung scheint dafür zu sprechen, dass ein 2- bis 3tägiges Einweichen bei 16° R. dem Aufgehen des Samens am förderlichsten ist. Bei Versuchen gingen die zwei und drei Tage lang eingeweichten Samen (unter ungünstigen Umständen) den 7. Tag auf, während die 4, 5 und 6 Tage lang eingeweichten erst den 8. und 9. Tag aufgingen.

Man hat dieser Methode des Einweichens den Vorwurf machen wollen, dass sie nicht natürlich sei. — Den Herren, die eine solche Ansicht zu verfechten geneigt sind, möchte ich nur zu bedenken geben, dass der Rübensamen in der Pflanze im Spätjahre reif wird, dann im natürlichen Zustande (wild wachsend) abfällt und in der Erde im Winter die nöthige Feuchtigkeit aufnimmt, wonach er im Frühjahre freudig sich entwickelt. Dies zeigt die Natur an Rübensaatfeldern, die sich selbst überlassen bleiben. — Was thun wir dagegen? Wir ernten den Samen ein und bewahren ihn an trockenen Plätzen bis zum Frühjahre auf. Es ist evident, dass er dabei austrocknet, und ich frage nur: Ist's unnatürlich, dem Samen die Feuchtigkeit zuzufügen, die ihm entzogen wurde? Es handelt sich demnach wohl nur um die Wahl des Befeuchtungsmittels. Die Mistjauche ist deshalb zu empfehlen, weil sie das Billigste ist, was dem Landwirthe zu Gebote steht, und alle künstlichen Mittel (nach meinen Versuchen) übertrifft.

Nach Dr. Grouven's Versuchen (1857) gaben

Guano (zum Candiren des im Wasser geweichten Samens),
Salpetersäure (1 % auf 100 Wasser),
Mistwasser, starkes, und besonders
Kalisalpeter (zum Candiren des in Mistwasser geweichten Samens) die besten Resultate aus einer grossen Auswahl von Stoffen.

Ich versuchte (im Jahre 1860) die Einweichung in:

Urin und Wasser zu gleichen Theilen; es keimten 100 %, 7 Tage nach der Aussaat, die Pflanzen waren kräftiger und dunkelgrüner als die im Wasser geweichten.
Phosphorsaurem Ammoniakwasser, 2° Baumé stark, Aufgang 71 % nach 7 Tagen.
Salpetersäure (1 in 100 Wasser), kümmerlicher Aufgang 25 % nach 9 Tagen.
Kalisalpeterlösung (5 in 100), kräftiger Aufgang 85 % nach 7 Tagen.

Ich bemerke dabei noch, dass die Samen in den angewandten Salzlösungen (bei 11° Réaumur) den dritten Tag untersanken, während sie im reinen Wasser schwimmend blieben, was ein deutlicher Beweis dafür ist, dass sie einen grossen Theil des specifisch-schweren Salzes erst in diesem Zeitraume aufgenommen hatten.

Die Menge der Feuchtigkeit, welche der Samen aufnimmt, hängt auch mit von der Temperatur ab. Haberlandt führt an, dass nach 24stündigem Einweichen der Samen

bei 3,76°	69 %
bei 8,36°	91 %
bei 12,49°	95 %
bei 14,8°	97 %

Wasser aufnahm.

Das Candiren des in Mistwasser getauchten Samens kann gute Resultate geben, wenn nicht solche Substanzen dazu verwendet werden, die zu scharf und deshalb der Keimung hinderlich sind. Kalisalpeter giebt gute Resultate, auch pulverisirter Kalk soll sich bewährt haben (zugleich zur Vertilgung des Ungeziefers).

Dass die Düngung des Samens durch Jauche ein entschieden schnelleres und kräftigeres Wachsthum der jungen Pflanze in den ersten 14 Tagen zur Folge hat, ist gewiss und leicht experimentell zu con-

statiren. Der dadurch erzielte Vortheil ist nicht unbedeutend. Die junge Pflanze entwächst dem Ungeziefer rasch und bildet gleich anfangs eine solidere Grundlage für die späteren Wachsthumsperioden, da ihre Organe zur Stoffaufnahme sich zeitiger und kräftiger entwickeln. Die Jugend ist die gefährlichste Periode; ist die junge Rübenpflanze darüber hinaus, so hat man schon halb gewonnen! — Die praktisch vortheilhafteste Methode ist daher, den Samen 1 bis 2 Tage lang in Mistjauche zu weichen und ihn dann 2 bis 3 Tage lang in dünnen Schichten, 4 Zoll hoch (in Säcken z. B.), befeuchtet zu halten, so dass er, ohne sich zu erwärmen, 5 Tage lang einer Temperatur von 10° oder 4 Tage einer von 12° ausgesetzt wird, also 50 Wärmemengen bekommt. Wie wichtig eine solche Behandlung zur Erreichung eines raschen also auch sicheren Aufgehens ist, beweist ein von mir 1860 angestellter vergleichender Versuch, wo ich am 12. April Samen legte, der unpräparirt war, und am 18. dagegen Samen nach obiger Angabe vorbereitet, sonst unter vollkommen gleichen Bedingungen auf demselben Felde dicht nebeneinander. Der unpräparirte Samen ging am 2. Mai auf, der präparirte schon am 26. April. Es waren also 12 Tage durch diese Vorbereitung des Samens am Wachsthum der Pflanze gewonnen. Sollte Regenwetter die Aussaat verhindern, so kann man den fertig präparirten Samen im kalten Wasser (durch Eis gekühlt) beliebig lange ohne Schaden aufbewahren. Die praktischen Hindernisse sind daher nicht von Bedeutung, oder nicht unüberwindbar.

Ein besonderes Augenmerk ist besonders darauf zu richten, dass sich der Samen, wenn er eingeweicht ist und in dünnen Haufen liegt, nicht erhitzt, da eine solche Steigerung der Temperatur der Keimfähigkeit des Samens schädlich ist. Anstatt des Einweichens zieht man oft vor, den Samen in niedrige Schichten zu legen und zu bespritzen oder zu begiessen, um dadurch eine langsamere, natürliche Einwirkung auf den Embryo hervorzurufen. Auch dabei darf die Temperatur nicht hoch steigen. Das Bespritzen wird dann öfters wiederholt oder mehrere Tage hindurch fortgesetzt.

Welche dieser Vorbereitungsmethoden der Fabricant aber auch vorzieht, jedenfalls empfiehlt ihm die langjährige Praxis anderer Länder mehrfach ein ähnliches Vorherpräpariren des Samens zur Nachahmung. So führt z. B. Humboldt (Reise in den Aequinoctialgegenden, Bd. 2 S. 234) an, „dass man in Amerika den Samen des Kaffeebaumes oder die Bohnen noch mit einem Theile des Fleisches daran in Haufen

zwischen Bananenblättern fünf Tage lang keimen lässt und erst den gekeimten Samen in die Erde steckt. Die so gezogenen Pflanzen sollen der Sonnenhitze besser widerstehen als die, welche in der Pflanzung aufgewachsen sind."

Das Fleisch der Beeren und die Bananenblätter sind hier doch wohl als eine Zufuhr düngender Substanzen zu betrachten, welche bei solcher Behandlung ein kräftigeres Wachsthum veranlassen. Auch die Samen des Sorghum saccharatum weicht man mit Vortheil 24 Stunden im Wasser, ehe man sie pflanzt (Novara, Reise um die Erde).

Nachdem wir nun betrachtet haben, wie der Samen am besten zubereitet wird, wollen wir auch die zur Bestellung einer bestimmten Fläche nöthige Menge zu erforschen suchen.

Ein preussischer Morgen wird je nach seiner Qualität in Distanzen von 12 bis 18 Zoll im Quadrat mit Rübenpflanzen bestellt. Es kommen demnach auf 1 Morgen

bei 12″	Abstand	= 144 □″	à Pflanze	 25,560	Pflanzen.
„ 13″	„	= 169 □″	à „	 21,780	„
„ 14″	„	= 196 □″	à „	 18,000	„
„ 15″	„	= 225 □″	à „	 16,560	„
„ 16″	„	= 256 □″	à „	 14,580	„
„ 17″	„	= 289 □″	à „	 12,960	„
„ 18″	„	= 324 □″	à „	 11,520	„

Nehmen wir nun selbst die grösste Menge, nämlich 25,560 Pflanzen per Morgen, so gehören dazu ebenso viele Samen, deren jeder 2 bis 4 Pflanzen zu geben im Stande ist. 15 bis 16,000 Körner wiegen nur 1 Pfd., man brauchte also höchstens 2 Pfd., wenn man mit der theoretischen Menge auskäme.

In der Wirklichkeit gebraucht man 10 Pfd. Samen pro Morgen oder circa 150,000 Körner, die, jedes Korn nur zu 2 Pflanzen angenommen, 300,000 Pflanzen geben würden, oder bei 12″ Abstand der Pflanzen 10mal mehr als theoretisch nöthig, bei 16″ sogar 20mal mehr.

Gründe eines so grossen Samenaufwandes sind zunächst, dass einige Samen theils ihre Keimfähigkeit verloren haben, theils in nicht geeigneter Tiefe in den Acker kommen, was von grossem Einflusse ist, wie wir später betrachten werden.

Ferner leidet der Samen und der zarte, süsse Pflanzenkeim häufig durch das Ungeziefer in der Erde; denn man findet bei spätem, durch

Witterung verzögertem Aufgehen die wenigsten Pflanzen; die meisten hingegen, je rascher der Samen zur kräftigen Pflanze wird. In Frankreich taucht man deshalb die Samen in Leindotteröl (*huile de cameline*), dessen Geruch den Samen wie die Pflanzen vor dem Ungeziefer schützen soll (Cosmos, 25. livraison, p. 685).

Der gewichtigste Grund, eine so grosse Menge Samen in der Praxis anzuwenden, ist aber der, dass die dicke Saat in Büscheln nicht nur freudiger zu wachsen scheint, sondern auch dem Ungeziefer gleich eine gewichtige Menge Samen und junger Pflanzen zum Frass darbietet, welche selbst diese habgierigen Bestien nicht ganz verschlingen können; während bei Anwendung einer spärlichen Aussaat dagegen immer viele Fehlstellen im Acker zu erwarten sind.

Obgleich es demnach jetzt noch die grösste Oeconomie ist, Rübensamen gewissermaassen zu verschwenden, so wird durch diese Erfahrung doch nicht das Bestreben ausgeschlossen, mit einfacheren Mitteln dasselbe Resultat zu erreichen. Raum ist hier wenigstens genug für einen calculirenden Geist.

Die Keimzeit des Samens richtet sich, wie früher erläutert worden, im umgekehrten Verhältnisse nach der Temperatur; sie ist kürzer bei höheren Wärmegraden, länger bei geringer Wärme. Aber eine genaue Proportionalität zwischen beiden Factoren tritt doch in der Wiklichkeit nie ein; denn das Product aus Keimzeit und Keimtemperatur — die Summe der zum Keimen nöthigen Wärmemengen — ist eine sehr veränderliche Zahl. Z. B. keimte Rübensamen nach Friedrich Haberlandt schon bei 3,76° mittlerer Temperatur in 22 Tagen, während

8,36° in 9 Tagen,
12,49° in $3^3/_4$ „
14,8° in $3^3/_4$ „

das Keimen gleich weit beförderten, wobei also die sehr differirenden Beträge von

82,72
75,24
46,8
55,8 } Wärmemengen

erfordert wurden.

Wir haben bemerkt, dass die ungleiche Tiefe, in der der Rübensamen in die Erde gelegt wird, den Aufgang der Saat sehr beeinflusst und uns deshalb veranlasst, ein Uebermaass von Samen anzuwenden. Die vielen Fehlstellen im Acker (nach Dr. Grouven 5 bis 30 % des

Ganzen) scheinen sehr häufig durch zu tiefe Lage des Samens veranlasst zu werden. Folgende Beispiele geben Aufschluss über die für die Aussaat günstigste Tiefe.

Den 23. März 1860, Nachmittags 2 Uhr, wurden je 20 Rübenkerne bei einer Wärme von 12° R. in folgenden Tiefen gepflanzt:

Monat und Datum des Aufganges		Tiefe des Samens in der Erde in Zollen					
		1/4″	1/2″	3/4″	1″	1 1/2″	
März	31		6	10	7		Anzahl der aufgegangenen Pflanzen
April	1		13	17	17	2	
„	2	1	26	30	30	8	
„	3	1	32	40	37	16	
„	4	3	40	44	41	19	
„	5	14	50	47	45	24	
„	6	39	62	49	54	30	
„	7	51	69	54	56	32	
„	8	52	71	57	56	37	
„	9	53	71	57	57	40	
„	10	53	71	57	60	42	

Bemerkungen. Die Pflanzen von 1/4″ waren sehr klein und die von 1 1/2″ kümmerlich und kränklich.

Die Pflanzen von 1/2″ Tiefe waren die schönsten und kräftigsten, die von 3/4″ und 1″ nahezu ebenso schön.

Dr. Grouven führt (1862) über die Tiefe der Samenlegung folgende Versuche an:

Samen gelegt	Die ersten Pflänzchen erschienen nach Tagen	Anzahl der Pflanzen		
		8 Tage	12 Tage	16 Tage
		nach der Samenlegung		
1 Centimeter tief . . .	5	19	23	24
2 „ „ . . .	5 1/3	14	20	21
3 „ „ . . .	5 1/2	15	22	23
4 „ „ . . .	6 1/2	15	16	17
5 „ „ . . .	6 3/4	8	17	18
7 „ „ . . .	8 2/3	4	12	14
9 „ „ . . .	10	1	5	7

welche meine obigen Versuche vollständig bestätigen und beweisen, dass aus gleichen Mengen Rübensamen um so mehr und um so kräftigere Pflanzen erzielt werden, je flacher der Same in die Erde gelegt wird.

Aus der ersten Tabelle erhellt, dass aus 1 Samenkorn erzielt waren

bei 1/4″ Tiefe im Boden		2,65 Pflanzen,
„ 1/2″ „ „ „		3,55 „
„ 3/4″ „ „ „		2,85 „
„ 1″ „ „ „		3,00 „
„ 1 1/2 „ „ „		2,10 „

Nach Dr. Grouven giebt 1 Samenkorn

bei 1 Centimeter Tiefe im Boden	3 Pflanzen,
„ 5 „ „ „ „	2 „
„ 8 „ „ „ „	1 „

(Vereinsschrift für R. Z. J., 91. Lieferung, S. 331). Es blieben die Pflänzchen von 1 bis 3 Centimeter (= 5/8 bis 1 1/8″) stets die kräftigsten.

Die günstigste Tiefe liegt daher entschieden zwischen 1/2 Zoll und 1 Zoll, obschon ausnahmsweise die Beschaffenheit des Bodens dieses Resultat in geringem Maasse abändern kann.

Wenn man meine Tabelle (deren einzelne Ziffern die gleichen Resultate mehrerer Versuche sind) näher betrachtet, so fällt auf, dass die einzelnen Pflanzen zu sehr verschiedenen Zeiten aufkommen, und es daher, streng betrachtet, schwierig ist, genau den Zeitpunkt des Aufganges der Saat anzugeben. — Nimmt man als Norm für das Aufgehen der Saat den Zeitpunkt an, wo eben so viele Pflanzen aufgingen, als Samen gelegt wurden, so bedurften bis zu ihrem Aufgange die Samen,

die 1/4″ tief gelegt waren,	13 Tage oder	(13.12 =)	156 Wärmemengen,	
„ 1/2″ „ „ „	9 „ „	(9.12 =)	108 „	
„ 3/4″ „ „ „	9 „ „	(9.12 =)	108 „	
„ 1″ „ „ „	9 „ „	(9.12 =)	108 „	
„ 1 1/2 „ „ „	12 „ „	(12.12 =)	144 „	

Nach Stephens Versuchen gingen von 40 Samen (Svedes) auf bei 19° R.:

bei 1″ Tiefe 31 Pflanzen oder 77 % nach 4 Tagen 12 Stunden, also bei 85,5 Wärmemengen,

bei 2″ Tiefe 29 Pflanzen oder 72 % nach 5 Tagen 18 Stunden, also bei 108,3 Wärmemengen,

bei 3″ Tiefe 20 Pflanzen oder 50 % nach 6 Tagen 21 Stunden, also bei 130 Wärmemengen,

bei 4″ Tiefe 10 Pflanzen oder 25 % nach 8 Tagen 18 Stunden, also bei 165 Wärmemengen.

Die raschere oder langsamere Vegetation des Rübensamens scheint mir demnach auf das Evidenteste von der Tiefe bedingt zu sein, so dass bei zu tiefer Lage der Samen nicht mehr Kraft genug entwickeln kann, die Erdschicht zu durchbrechen. Wenn Stephens daher angiebt, dass die Kraft der Vegetation eines einzigen Samens so gross sei, dass sie 200 Pfund heben könne, so scheint mir dies für Rübensamen ein wenig übertrieben zu sein. Eine Erdschicht von 12″ □ und 4″ Tiefe wiegt keine 20 Pfund; daher würde eine auf schwerem Boden durch Schlagregen gebildete Kruste mit einer Kraft von nur 20 Pfund auf die kleine Stelle ganz leicht durchbrochen werden, — und doch können die Saaten nicht durchbrechen, obgleich eine Menge Luft im Boden (¼ des Ganzen) ist, um die Keime so lange zu nähren. Verlassen wir uns als praktische Leute also nicht zu sehr auf solche fabelhaften Kräfte.

Wie schon gesagt, ist also eine gleichmässige Tiefe von circa ¾″ das günstigste Verhältniss für einen raschen Aufgang des Samens, und es ergiebt sich aus dieser Erfahrung der Vorzug der gleichmässig tief wirkenden Maschinensaat vor der Handsaat, die immer eine ungleich tiefe Lage der Körner zur Folge hat.

Unter den obwaltenden Verhältnissen kann der Landwirth je nach seiner Sorgfalt bei der Samenlegung, nach Witterung etc. nur auf 70 bis 90 % der Pflanzstellen rechnen, die wirklich Rüben tragen, ein Umstand, der den quantitativen Ertrag um 10 bis 30 % verringert.

Die Menge der Rüben, die der Boden tragen kann, ist augenscheinlich von der Kraft desselben abhängig. Ein kräftiger Boden kann mehr Pflanzen ernähren als ein anderer, der weniger assimilirbare Nahrungsstoffe zur Disposition stellt. Da nun der Zuckerfabricant vorzugsweise darnach trachten muss, grosse Rüben (die stets weniger Zuckergehalt haben) zu vermeiden, so ist es aus diesem Gesichtspunkte rationell, auf kräftigem Boden die Pflanzstellen enger zu machen. Man giebt daher einer Pflanze, je nach der Qualität des Bodens, 100 bis 300 Quadratzoll Bodenfläche zur Nahrung. Man muss jedoch von einer Vergrösserung der für jede Rübe disponiblen Bodenfläche keine entsprechende Vermehrung ihres Gewichts erwarten, denn die Rübe kann ihre Nahrung nicht aus zu weiter Ferne holen, da ihre Saugfasern nur kurz sind. Die Rübe ist eine Pflanze, die mehr in die Tiefe geht (ich habe schon die Wurzeln der Rübe bis

4 Fuss Tiefe verfolgt, wo sie in die Drainröhren drangen), und innerhalb eines geringen Umkreises nur aus der Tiefe ihre Nahrung holt. Zwar kommt nährende Bodenflüssigkeit von weiterher auch der nächsten Umgebung der Rübe zu Gute, wenn dieser Umkreis mehr oder weniger daran erschöpft ist; aber die Rübe ist doch nicht im Stande, den ganzen Raum auszunutzen, der ihr in horizontaler Richtung zu Gebote steht. Könnte sie das, dann müsste eine Rübe, der z. B. 300 Quadratzoll Boden zu Gebote stehen, auch dreimal so gross werden, als eine Rübe, der nur 100 Quadratzoll Ackerboden derselben Qualität angewiesen sind. — Zum Beweise, dass sich das Gewicht der Rübe nicht in gleichem Verhältnisse mit ihrer nutzbaren Bodenfläche vermehrt, führe ich 9 Versuche an:

3 Versuche	mit Pflanzen	à 100 □″	Erde	ergaben	à Pflanze	0,67 Pfd.
3 „	„	à 200 □″	„	„	à „	0,73 „
3 „	„	à 300 □″	„	„	à „	0,96 „

Es erhellt hieraus ganz deutlich, dass die Grösse jeder einzelnen Rübe zwar zunimmt mit der Fläche, die ihr zur Disposition gestellt ist; aber die Zunahme des Gewichtes per 1 Rübe beträgt nur 50 %; während die Vergrösserung des Areals 300 % beträgt. Demnach scheint es für den rübenbauenden Zuckerfabricanten durchaus unvortheilhaft zu sein, die Pflanzstellen der Rüben über 13 bis 14 Zoll Abstand im Quadrat zu vergrössern. Ich kann aus der grossen Praxis anführen, dass ein praktischer und denkender Oeconom (Herr Bronsch in Balakleja) die Pflanzstellen auf seinem Acker um $1/5$ (= 20 %) vermehrte und dadurch entschieden höhere Erträge erzielte: ein Ergebniss, das mit der Theorie im schönsten Einklange steht. Allerdings wird dem Acker durch eine höhere Ernte mehr entzogen, und das Verbrauchte muss dem Boden wiedergegeben werden; aber man bewirkt einen erhöhten Bodenumsatz, — dessen Erzielung die rationelle Landwirthschaft als ihren vornehmsten Grundsatz aufgestellt hat — und erreicht den Hauptzweck der Rübencultur, so viel und so gute Rüben als möglich auf der kleinsten Ackerfläche zu erzeugen. Hat der Fabricant zu viel Rüben (was indessen wohl selten der Fall sein dürfte), so baue er eine kleinere Ackerfläche an, und er wird dadurch billiger produciren; hat er aber nicht genug Rüben für seine Fabrik, so ist ihm durch Vermehrung der Pflanzstellen die Möglichkeit geboten, mehr Rüben zu erzeugen.

Von weit geringerem Einflusse als die der Rübe zur Nahrung

angewiesene Ackermenge scheint die Art ihrer Vertheilung auf der Ackerfläche zu sein.

Fig 2.

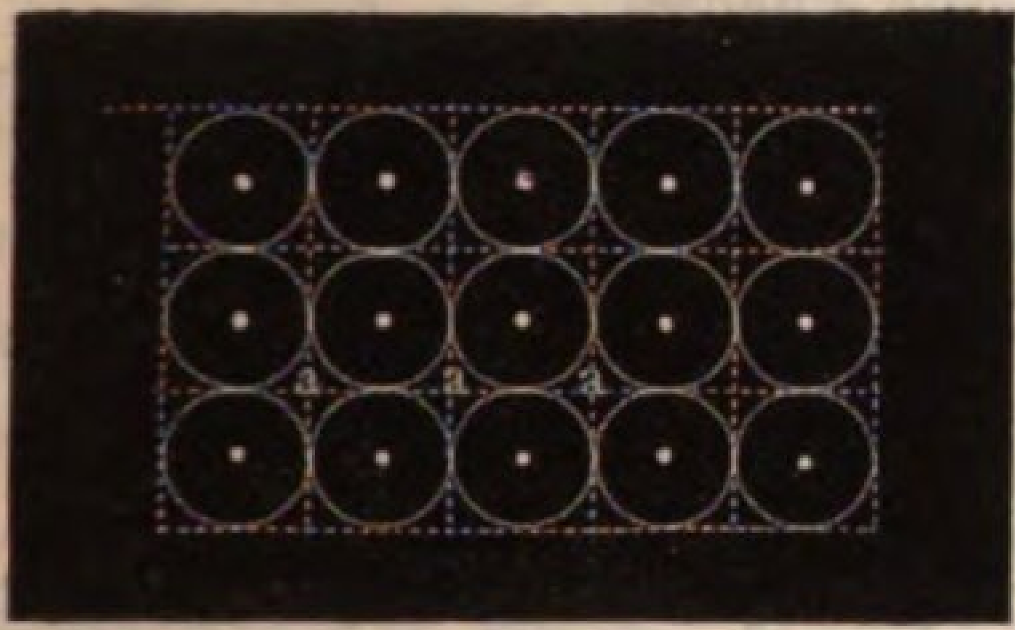


Fig. 3.

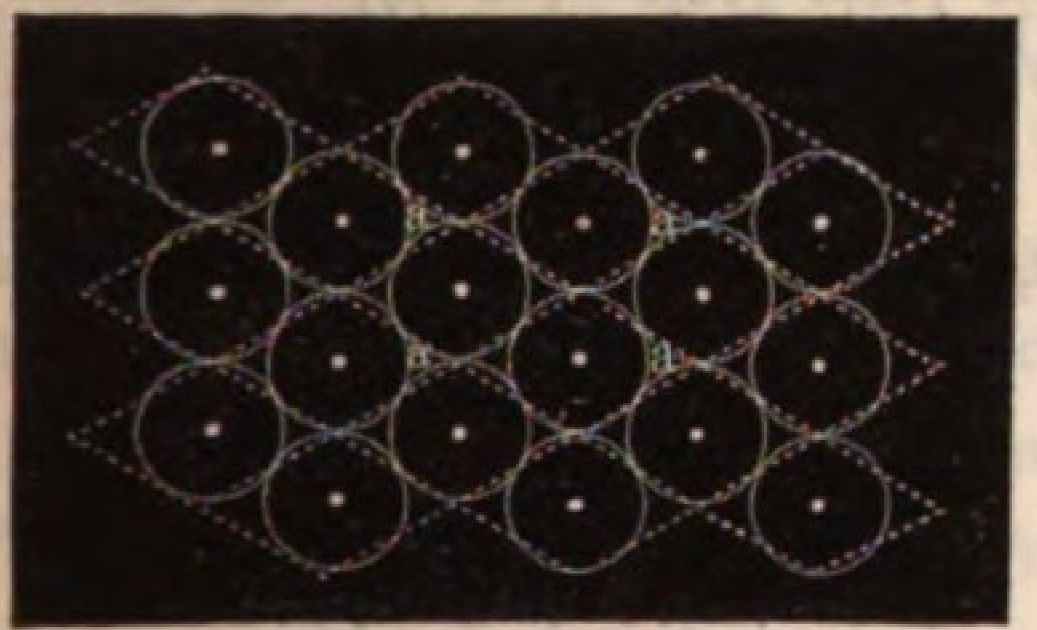
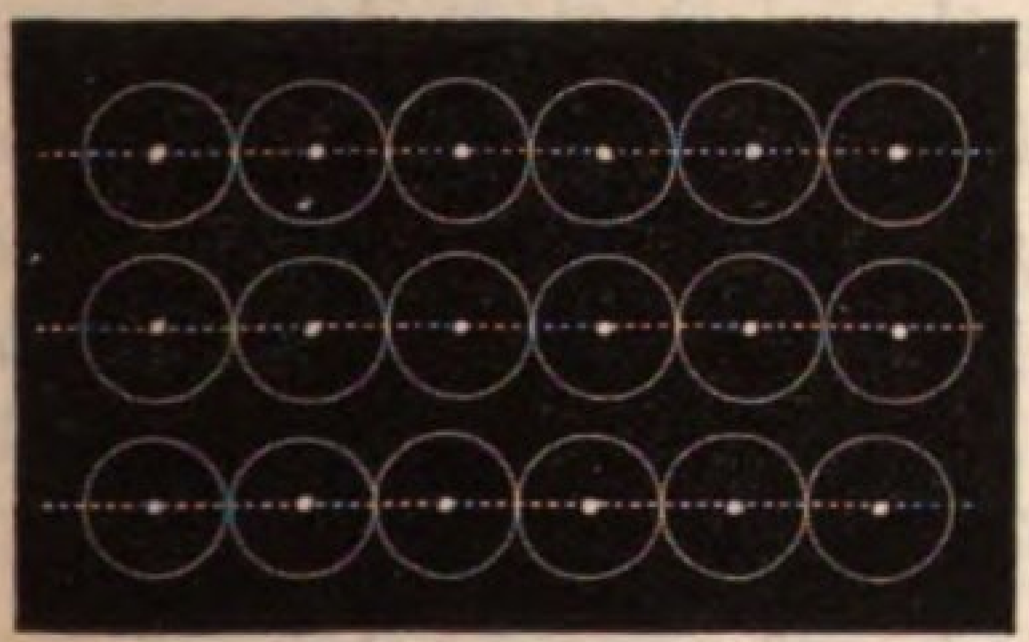


Fig. 4.



Die Rüben werden entweder in Quadraten (rechtwinkligen Vierecken), Fig. 2, oder in Rhomben (schiefwinkligen Vierecken), Fig. 3, oder in Reihen (Fig. 4) gepflanzt. Die Quadratform erleichtert die übersichtliche und regelmässige Arbeit bedeutend. Die Rhomben haben dieselben Vortheile, benutzen aber die Ackerfläche bedeutend besser; denn während bei rhombischer Aussaat jede Rübe von der andern ebenso weit entfernt ist wie bei der Quadratsaat, gehen, wie aus beifolgender Figur ersichtlich, mehr Rüben auf dieselbe Ackerfläche. Nimmt man an, dass die Rübe ihre Nahrung aus der Umgebung von allen Richtungen her gleich stark anzieht, dass sie mithin von einem kreisrunden Nahrungsbezirke umgeben ist, so sind die zwischen diesen Kreisen befindlichen Räume *a a* als ungenutzte zu betrachten, und es ergiebt sich, dass diese todten Räume *a a* bei der quadratischen Eintheilung (Fig. 2) weit grösser sind, als bei der rhombischen (Fig. 3). Schon Achard empfahl diese Methode des Rübenpflanzens, und sie ist um so eher zu empfehlen, als man jetzt auch diese Anordnung der Saat, wobei mehr Pflanzen auf den Acker kommen, ohne Mehrkosten zu verursachen, durch Maschinen ausführen lassen kann, wenn man nur beim Anfang jeder neuen Reihe Acht giebt.

Die Methode, die Rüben in Reihen zu pflanzen, muss oft in Gegenden angewendet werden, wo wenig Arbeitskräfte zu haben sind, oder grossartige Culturen ein Reinigen mittelst Pferde das Pflanzen in Reihen zur Nothwendigkeit machen.

Es scheint, dass die Methode der verschobenen Quadrate den meisten Ertrag geben müsste; allein einige Versuche im Kleinen (die

allerdings nicht maassgebend sein können) zeigten mir folgende Resultate, die ich zur Vergleichung doch mittheile:

Bei 100 Quadratzoll für jede Pflanze.

Art des Anbaues	Pflanzen sollen sein	Pflanzen sind	Pflanzen % der Saatstellen	Gewicht der Rüben	Gewicht Blätter	Gewicht Blätter % der Wurzel	Gehalt der Säfte % Bg.	Gehalt der Säfte Polarisationszucker	Gehalt der Säfte Quotient	
I	52	39	75	27	22	85	12,9	8,95	69 %	Quadrate
II	63	49	77,7	26	17	65,4	13,5	10,1	75 %	Rhomben
III	63	37	60	31	22	70	12,8	8,8	68 %	In Reihen $^{16}/_{6,3}''$
Durchschnitt	178	126	70,8	84	61	72,6	13	9,25	71 %	— 1 Pflanze = 0,67 Pfd.

Bei 200 Quadratzoll für jede Pflanze.

Art des Anbaues	Pflanzen sollen sein	Pflanzen sind	Pflanzen % der Saatstellen	Gewicht der Rüben	Gewicht Blätter	Gewicht Blätter % der Wurzel	Gehalt der Säfte % Bg.	Gehalt der Säfte Polarisationszucker	Gehalt der Säfte Quotient	
I	30	23	70,6	12	10	83	12,9	9,8	76 %	Quadrate
II	36	27	75	22	15	70	12	8,4	70 %	Rhomben
III	32	31	96,5	25	20	80	12,35	9,3	75,3	In Reihen $^{16}/_{12,2}''$
Durchschnitt	98	81	82,6	59	45	77,7	12'4	9,17	74 %	— 1 Pflanze = 0,73 Pfd.

Bei 300 Quadratzoll für jede Pflanze.

Art des Anbaues	Pflanzen sollen sein	Pflanzen sind	Pflanzen % der Saatstellen	Gewicht der Rüben	Gewicht Blätter	Gewicht Blätter % der Wurzel	Gehalt der Säfte % Bg.	Gehalt der Säfte Polarisationszucker	Gehalt der Säfte Quotient	
I	19	18	94	15	15	100	12,4	8,7	70 %	Quadrate
II	24	24	100	20	15	75	12,1	8,34	69 %	Rhomben
III	18	15	83	20	13	65	12,3	8,61	70 %	In Reihen $^{16}/_{20,3}''$
Durchschnitt	61	57	93,4	55	43	78	12,3	8,55	69,3	— 1 Pflanze = 0,96 Pfd.

Aus diesen Versuchen lässt sich, ich wiederhole es, kein genauer Schluss ziehen, und es hat die Anordnung der verschobenen Quadrate entschieden viel für sich.

Wie aber auch immer die Anordnung gemacht wird, stets ist es eine grosse Hauptsache, dass die Rüben in gradlinige Reihen zu stehen kommen, da diese die Uebersicht und accurate Arbeit bedeutend fördern.

Die Mittel, deren man sich zum Legen der Kerne bedient, sind verschiedener Art: die Einen ziehen das Legen mit der Hand vor, Andere die Anwendung der Maschinen.

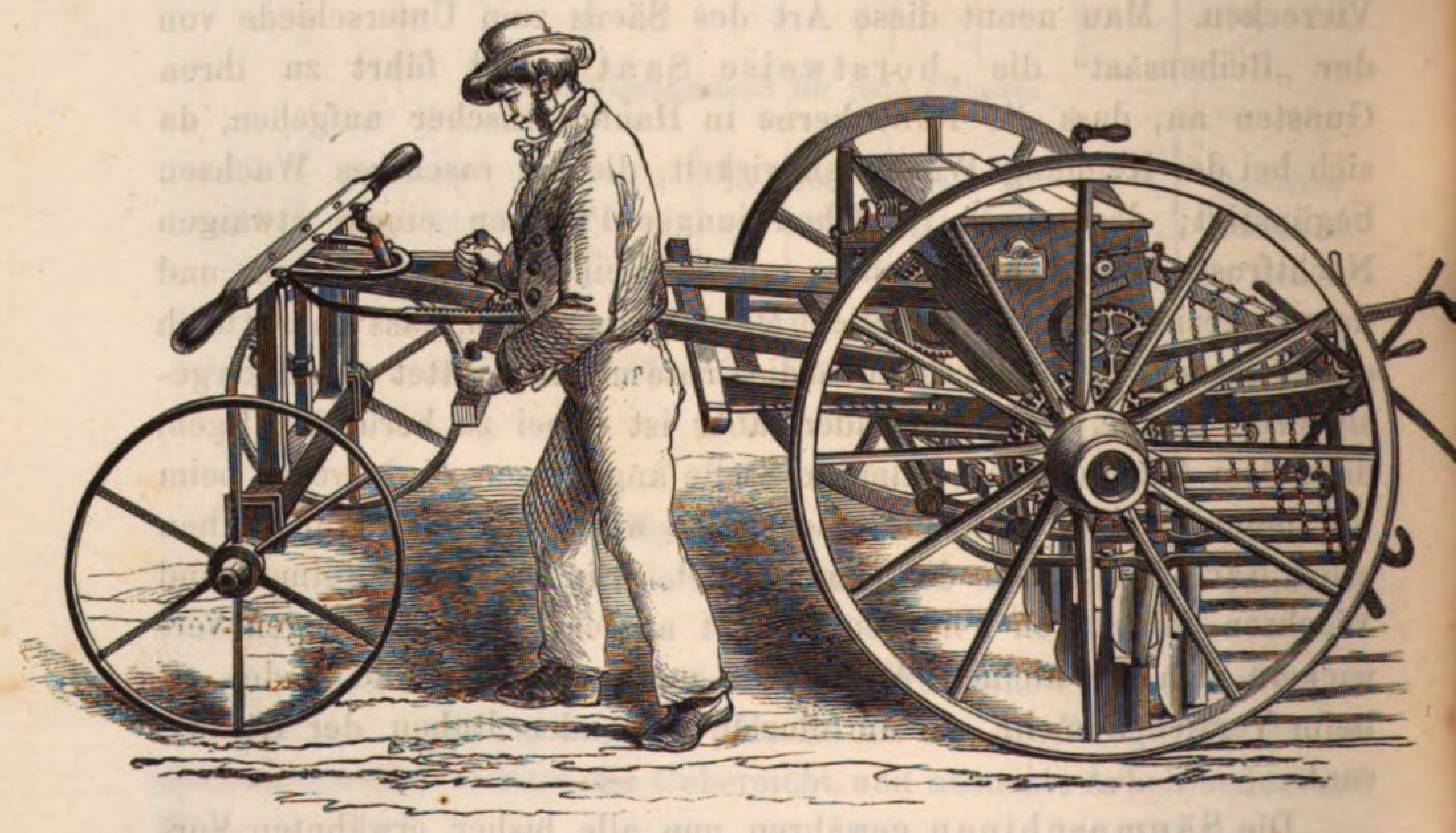
Besonders im Magdeburgischen wird das Legen der Kerne mit der Hand vorgezogen. Dort sind aber auch viele Umstände, welche es begünstigen: kleine zerstückelte Ackerflächen, auf denen die Maschinen nicht zur vollen Wirkung kommen können; eine mit der Arbeit vollkommen vertraute, anstellige Arbeiterclasse, die diese Arbeit gut und billig ausführt; im Uebrigen redet auch hier die liebe alte Gewohnheit der Handsaat das Wort. Man beobachtet dabei ein zweifaches Verfahren. Bei dem ersten wird der Acker markirt, das heisst, man zieht mit dem Reihenzieher oder einer Lattentrommel im rechten (oder spitzen) Winkel sich kreuzende Linien über den Acker, deren Kreuzungspunkte dann die Stellen für den Samen bezeichnen. Bei dem andern Verfahren werden 2 parallele Schnüre ausgespannt, deren Knoten die Entfernung der Rüben von einander bezeichnen. Zwischen beiden Parallellinien wird eine andere Schnur im rechten Winkel mit beiden gezogen, die ebenfalls mit den bezeichnenden Knoten versehen ist, an deren Stelle die Arbeiter nun mittelst kleiner Löffel, Kellen oder Hacken eine Vertiefung machen, in dieselbe 5 bis 6 Samen legen, dann mit Erde bedecken und andrücken. Beim Aufgange des Samens entstehen so starke Büschel von jungen Rüben in schönen regelrechten Vierecken. Man nennt diese Art des Säens zum Unterschiede von der „Reihensaat" die „horstweise Saat", und führt zu ihren Gunsten an, dass die Rübenkerne in Haufen rascher aufgehen, da sich bei der Keimung Wärme entwickelt, die ein rascheres Wachsen begünstigt; dass diese Häufchen junger Pflanzen einem etwaigen Nachtfroste besser widerstehen, als in Reihen gesäete Rüben, und dem Ungeziefer eine so reichliche Mahlzeit darbieten, dass immer noch einige gesunde Kerne überbleiben, die Ernte mithin gerettet oder doch gesicherter werde. Ganz besonders aber ist dabei zu berücksichtigen, dass dem Arbeiter die bestimmte Stelle angewiesen wird, wo er beim Verziehen eine Rübe stehen lassen muss, während die Saat in Reihen allen Nachlässigkeiten die Hand bietet. Ein rascheres Keimen und Wachsen der jungen Pflanzen scheint ausser Zweifel, dagegen verwickeln sich die kleinen Würzelchen unter einander und leiden oft beim Verziehen mehr, als die einzeln stehenden Rüben der Reihensaat.

Die Säemaschinen gewähren nun alle bisher erwähnten Vor-

theile beim Säen, und deren sind so viele, dass die Nachtheile, die bei Anwendung derselben immer mit hervortreten, unbedeutend erscheinen. Vor Allem gewährt die Maschinensaat den grossen Vortheil, dass die Rübenkerne alle in gleiche Tiefe kommen, während die Handsaat mehr oder weniger Abweichungen davon zur nothwendigen Folge hat. Wie wichtig aber die gleiche Tiefe der Samen in der Erde ist, haben wir oben gesehen. Da nun die Maschinensaat noch dazu bedeutend billiger ist, so kann man vernünftiger Weise der Handsaat nicht das Wort reden. Sehen wir uns auch in der Zuckerfabrication der ganzen Welt um, so finden wir die Maschinensaat ganz bedeutend überwiegen. In Oesterreich, Russland, Frankreich, Ungarn ist sie grösstentheils angewendet und wird da unbedingt nöthig, wo grossartige Flächen zur raschen Bearbeitung stehen. Der Einwurf, dass Maschinen sich nicht auf jedem Lande anwenden lassen, ist ein übertriebener oder doch wenig überlegter. Bei der heutigen Vervollkommnung der Rübensäemaschine kann man nicht unbedeutende Anhöhen ohne Anstand hinauf- und heruntersäen, und wo das Terrain zu schwierig ist, — da baut man überhaupt nicht mit besonderem Vortheile grossartige Rübenzuckerfabriken. Die Sache sieht daher schlimmer aus, als sie ist. Man lege nur die Hand an, habe den ernsten festen Willen, versuche es damit — und es geht!

Als Maschinen, die sich zur horstweisen Saat empfehlen, sind die

Fig. 5.



von Hrn. Sack aus Löben und von Hrn. Industrieinspector Kutzer in Dürnkrut zu empfehlen.

Zur Reihensaat eignet sich die bekannte Garrett'sche oder Hornsby'sche Drillmaschine am besten. Figur 5 zeigt eine solche Saatmaschine in völliger Zusammensetzung und mit der eigenthümlichen Steuervorrichtung Hornsby's. Sie dürfte ohne besondere Erklärung verständlich sein. Diese Maschine ist nun von Graf A. Bobrinsky für die Rübencultur dahin abgeändert worden, dass man mit derselben auch nassen oder feuchten Samen säen kann, was mitunter von wesentlichem Nutzen ist. Diese Vorrichtung (Fig. 6 und 7) besteht aus einer Welle *a*, die durch die Samenkasten *bb* geht und

Fig. 6.

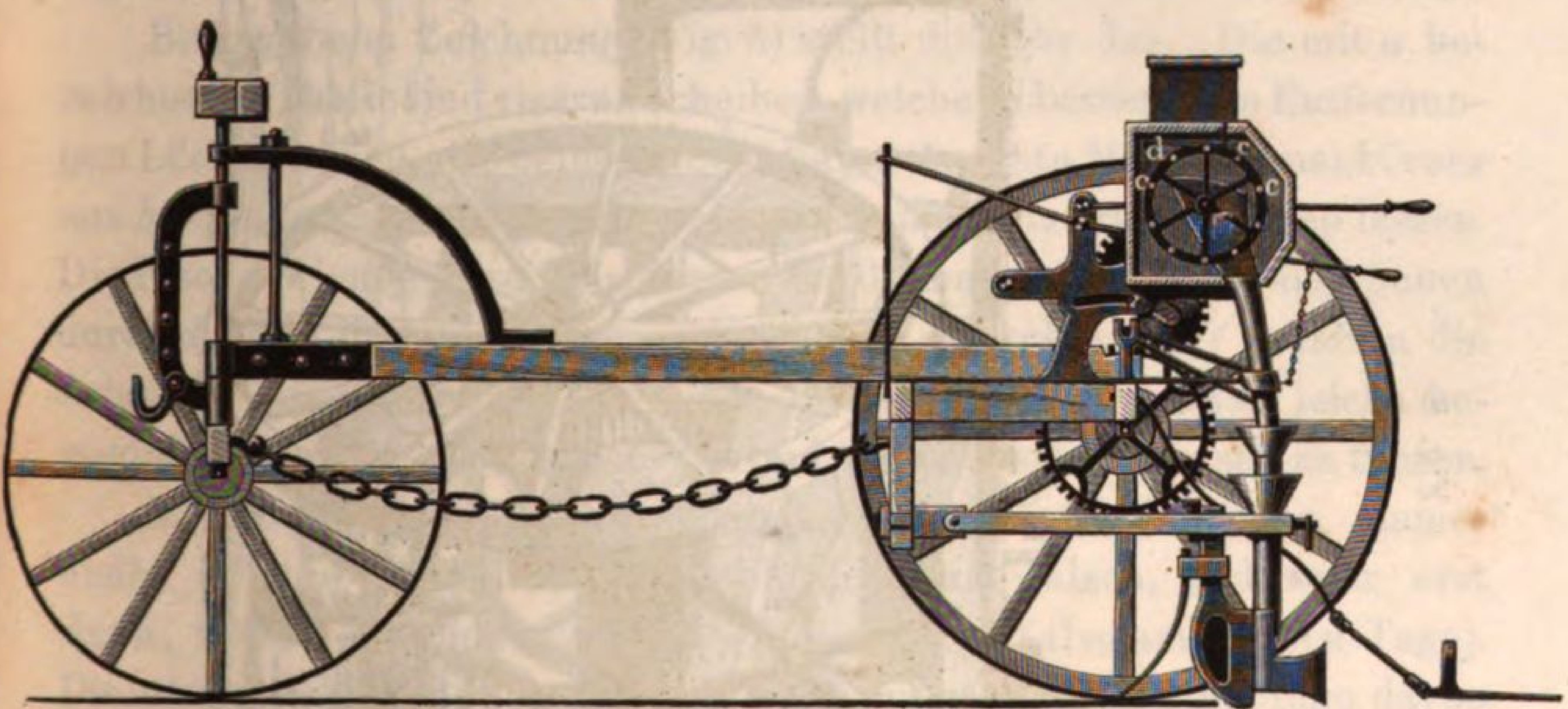
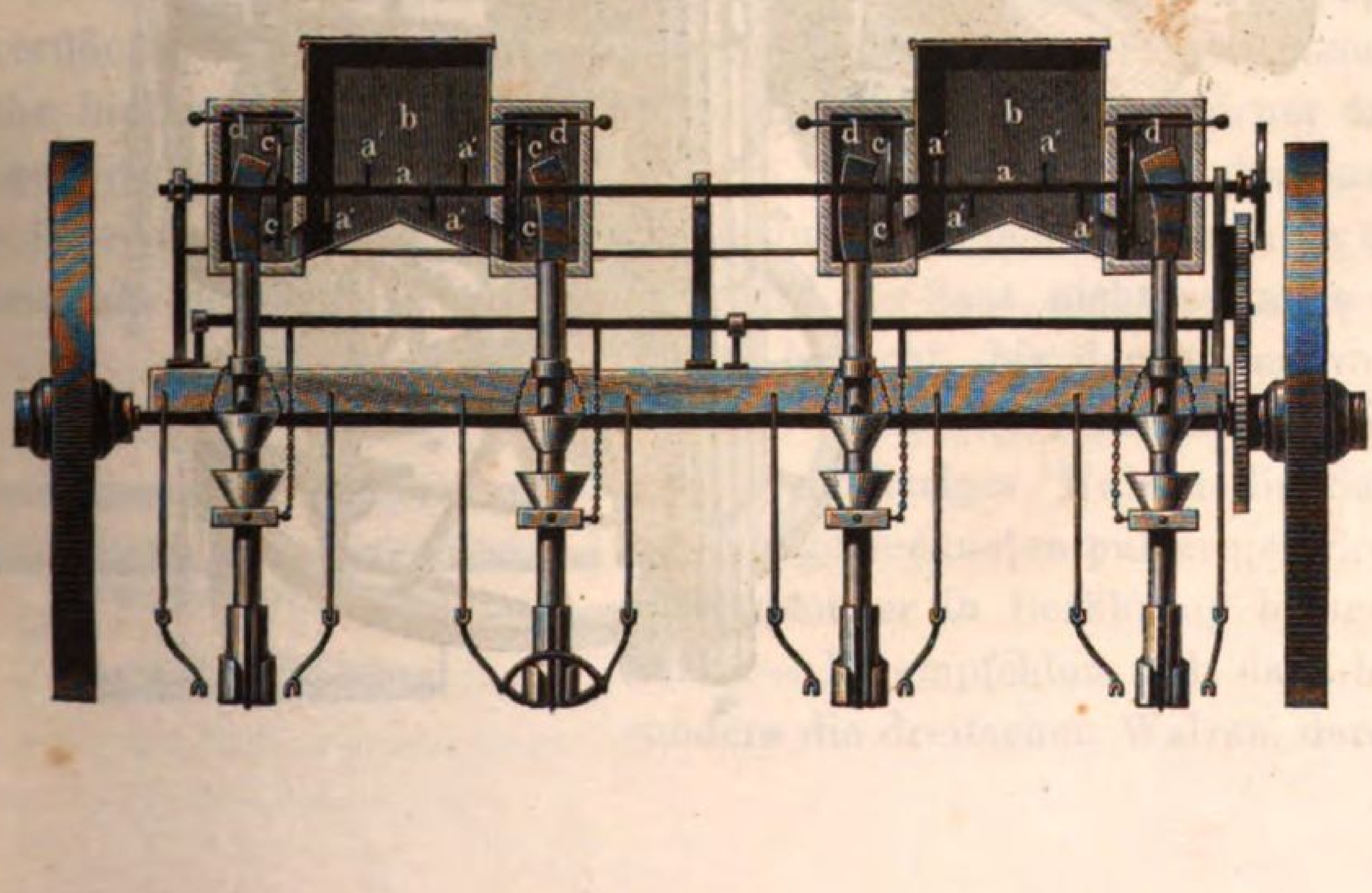


Fig. 7.



bei dem Drehen die kleinen Stifte *a' a'* mit herumführt, wodurch der Samen stets in Bewegung erhalten und weiter befördert wird, so dass die Löffel *c* denselben aufnehmen müssen. Um ferner den feuchten Samen aus den Löffeln fallen zu machen, ist ein Stift *d d* angebracht, der sich

Fig. 8.



in einem Lager an dem einen Ende stützt und beim Drehen der Löffel mit dem anderen Theile auf dieselben fällt. Ein Gegengewicht von aussen verstärkt diesen Schlag derart, dass der nasse Same immer aus den Löffeln fällt. Der von den Löffeln gefasste Same fällt dann in den beweglichen Leitröhren hinunter in die $^3/_4$ Zoll geöffnete Saatfurche, worin er sogleich von der nachfolgenden Schleife mit Erde bedeckt wird.

Eine andere Art Säemaschine (Fig. 8), die horstweise säet, ist von Herrn Ed. Kutzer in Dürnkrut angegeben worden, über deren Brauchbarkeit sehr viele günstige Zeugnisse vorliegen. Diese Maschine scheint mir sehr empfehlenswerth zu sein, da sie die Vortheile der Handsaat, in Büscheln von bestimmter Entfernung den Samen zu legen, erfüllt, ohne die Nachtheile einer ungleichen Tiefe etc. zu haben.

Beigegebene Zeichnung (Fig. 8) stellt dieselbe dar. Die mit *a* bezeichneten Theile sind eiserne Scheiben, welche in bestimmten Entfernungen Löcher haben, die beim Drehen die gewünschte Menge Samenkörner aus *b* aufnehmen und bei weiterer Umdrehung in den Boden fallen lassen. Die Eisen *c* dienen dazu, den Samen im Boden zu bedecken; sie können durch *d* leicht in die Höhe gezogen werden. Durch *e* und *f* erhalten die Scheiben *aaaa* die Bewegung von dem Rade *g*; *h* ist das leicht bewegliche Vordergestell, welches erlaubt, die Maschine gerade zu führen.

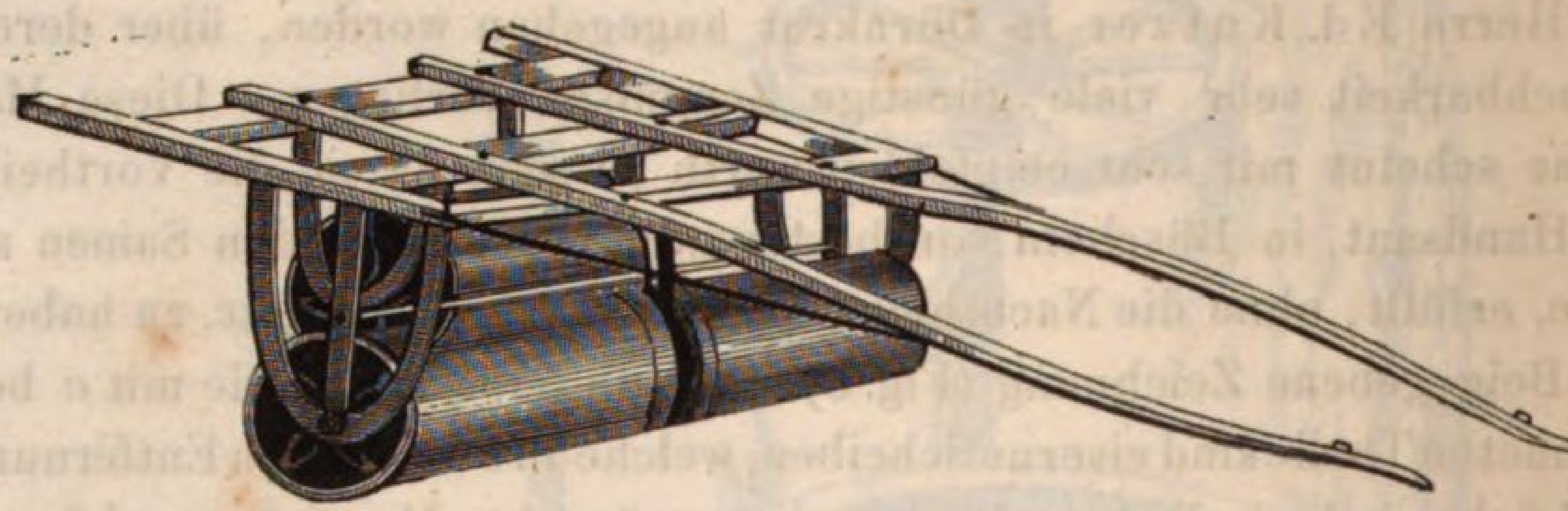
Mit welcher Maschine man aber auch gesäet haben mag, immer bleibt es eine Hauptbedingung, hinterher zu walzen, und zwar erst dann, wenn der Boden gehörig abgetrocknet ist (also am andern Tage). Die obere Schicht des Ackers ist dann feiner, legt sich in Folge davon besser um die Samenkörner (was eine vorzügliche Bedingung ihres glücklichen Aufgehens und Wachsens ist) und bietet eine vollkommen glatte Ackerfläche, deren Vortheile wohl jedem denkenden, accuraten Landwirthe hinlänglich einleuchten, da sie das Vereinzeln der Körner und ein gehörig getrenntes Aufgehen sichert. Die Rollen hinter der Saatmaschine sind daher zu verwerfen und durch besondere Walzen zu ersetzen, da man einerseits nur dann mit der Saat nicht so lange zu warten braucht, bis der Boden vollkommen trocken ist, andererseits aber durch nachheriges Walzen die Saat mit der getrockneten pulverigen Erde vollkommener in Berührung bringen kann. — Es empfehlen sich dazu besonders die dreifachen Walzen, deren

Fig. 9.



Stellung zu einander Fig. 9 zeigt. Zwei getheilte Walzen gehen voraus und eine einfache folgt derart, dass sie genau in der Mitte der beiden vorhergehenden liegt. Eine so eingerichtete Walze lässt keinen Erdstreifen unberührt, passt sich vermöge ihrer kurzen Cylinder weit leichter den Unebenheiten des Bodens an und leistet deshalb Vollkommneres, als eine lange Walze. Fig. 10 zeigt die Zusammensetzung

Fig. 10.



der ganzen Walze, wobei nur zu bemerken ist, dass die Löcher in den Führungen für die Walzenbolzen länglich geschlitzt sein müssen, um jeder einzelnen Walze ihren Spielraum zu lassen.

Rübencultur.

Die Beobachtungen, welche der menschliche Geist anstellte, indem er das Wachsthum der Pflanzen im Allgemeinen schärfer betrachtete, führten ihn bald zu dem Schlusse, dass jede Pflanzengattung eine bestimmte Zeit zur Bildung und Entwickelung ihrer Organe bedarf. Bei vielen Pflanzengattungen lässt sich mit ziemlicher Sicherheit die Zeit vorausbestimmen, wann sie aufgehen, blühen und Samen tragen werden, und wenn man dedenkt, wie sich in der fortlaufenden Entwickelung der Pflanze ihre Zusammensetzung und ihre Lebensfunctionen oft so ändern, dass in den ersten Lebensstadien ganz andere Stoffe von der Pflanze gebildet werden, als in den letzten, dass z. B. die Rübe am Schlusse ihrer Vegetation erst den grössten Theil ihres

Zuckers in den Zellen ablagert, — so erscheint die Zeit als ein bedeutendes Moment für das Leben der Pflanze. — Die Zeit allein ist indessen ohne Berücksichtigung der Wärme oft trügerisch und zur Bestimmung nicht hinreichend, da durch Temperaturerniedrigung die Ausbildung der Organe einer Pflanze häufig wesentlich verzögert wird. Wie oft macht nicht ein kaltes Frühjahr die Hoffnung einer zeitigen Reife zu Schanden, und wie oft sieht man nicht die Qualität sämmtlicher Früchte in den verschiedenen Jahrgängen variiren, während doch derselbe Boden, eine gleiche Pflege desselben, Anwendung gleichartiger Düngstoffe in ähnlicher Form u. s. w. ein gleiches Resultat bedingen sollten.

Nirgends scheint diese Verschiedenheit der Jahrgänge sich deutlicher auszuprägen, als beim Weine, diesem Göttertranke, der in einem glücklichen Jahre ein Product von dem lieblichsten Aroma und dem feinsten Geschmack erzeugt, das feurige, edle Begeisterung erweckt, während dieselbe Pflanze in derselben Lage im nächsten Jahre unter andern Witterungsverhältnissen oft ein Product liefert, das von jenem guten Jahrgange sehr verschieden sein und statt zu begeistern eher niederschlagend wirken kann.

Aehnlich verhält es sich mit der Rübe; ihre Qualität ist von den Einflüssen der Witterung um so abhängiger, als wir nicht im Stande sind, diesen Einflüssen zu begegnen. Ich erinnere hier an die unglücklichen Jahrgänge, wo ganze Länder unter dem Missrathen der Rübe zu leiden hatten; ferner an die guten Jahrgänge, wo man mit denselben Apparaten, bei demselben technischen Verfahren vielen und schönen Zucker gewann, wo der liebe Gott den Zucker auf dem Felde in den Rüben so reichhaltig und rein von fremden Beimengungen geschaffen hatte, dass der Fabricant fast erstaunt den reichen Segen hinnahm. Jedem erfahrenen Fabricanten ist es wohl erinnerlich, wie in denselben Fabriken, aber in verschiedenen Jahrgängen die Rohzuckerausbeute von 7 bis 9% variirte.

Diese Thatsachen müssen zu dem ernstesten Nachdenken führen und drängen mich zu dem Schlusse, dass Zeit und Wärme in einem gewissen Zusammenhange wirken müssen, um bei Zuckerrüben ein gutes Resultat zu erzeugen.

Bei andern Feldfrüchten hat man diesen Zusammenhang lange anerkannt. Man pflegt jetzt allgemein neben der Zeitdauer ihrer Vegetation auch die herrschende Wärme zu berücksichtigen, indem man jeden Tag vom Anbau bis zur Ernte die mittlere Temperatur

beobachtet und am Ende der Vegetation sämmtliche Beobachtungen summirt. Diese Summe von Wärmegraden, zugleich ein Product von Wärme und Zeit (die Anzahl der Tage bildet den Zeitfactor), dient unter der Benennung „Wärmemengen" für Wärmegrade als Maass, als Nennwerth der Gesammtwirkung von Wärme und Zeit während der Vegetation der Pflanze. Bei rationeller Ermittlung der Vegetationsbedingungen einer Pflanze stellt man immer erst die Frage: Wie viel Wärmemengen bedarf sie? Für mehrere bei uns angebaute Gewächse, z. B. den Weizen, hat man ihren Bedarf von Wärmemengen erfahrungsgemäss genau festgestellt.

Von den Versuchsstationen werden in neuester Zeit auch bei den Rübenculturversuchen die meteorologischen Daten sorgfältig berücksichtigt, und von allen diesen Beobachtungen sind wohl die über den Einfluss der Wärme die interessantesten, denn ihre Wirkung auf Zuckerbildung ist für uns eben so wichtig als leicht erkennbar im grossen Ganzen.

Die Wärme des Südens befördert die Zuckerbildung in den Früchten sehr, und viele Gewächse gedeihen in den nördlichen Zonen nur deshalb nicht, weil einige Grade Wärme fehlen. Der türkische Weizen (Kucurutz) reift z. B. prächtig in Ungarn, während er in Norddeutschland nicht immer und jedenfalls nicht so zeitig reift. — Gute Zuckerrüben scheinen in allen denjenigen Jahrgängen erhalten zu werden, wo die Summe der täglichen mittleren Temperaturen 2500 Wärmegrade (hier nach Réaumur gerechnet) erreicht. — Diese Wärmemengen vertheilen sich auf die verschiedenen Monate ungefähr folgendermaassen:

April	=	180	Wärmemengen
Mai	=	380	„
Juni	=	444	„
Juli	=	440	„
August	=	450	„
September	=	354	„
October	=	215	„
Summa		2463	Wärmemengen.

In den Jahren, wo ich eine geringere Ziffer beobachtete, hatten auch die Rübensäfte gewöhnlich eine schlechtere Beschaffenheit. Es schien, als ob der Zucker nicht Zeit gehabt hätte, sich anzusammeln, eine Annahme, die durch die später anzuführenden Daten gerecht-

fertigt erscheinen dürfte. — In Jahren, wo nur 2143 Wärmegrade (wie z. B. in nachfolgender Tabelle zu ersehen) sich anhäuften, war die Rübe gering an Zucker und der Saft unrein. —

Das Wasser dient als Auflösungsmittel der vorhandenen Düngerstoffe und spielt den Vermittler zwischen diesen und der Pflanze, indem es derselben die im Acker vorhandene Nahrung in verdaulicher Form darbietet. Bei Regenmangel, namentlich zur Zeit des Frühsommers, wo die jugendlichen Rübenpflanzen die Stoffe mineralischen und organischen Ursprungs in löslicher Form zu ihrer Nahrung hauptsächlich bedürfen, ist es kein Wunder, dass viele sonst kräftige Dünger nicht genug Nahrung in Lösung bieten können, und deshalb die Entwickelung der Rüben nicht kräftig fördern. Daher kommen denn auch wohl so viele verschiedene Urtheile über die Wirksamkeit, namentlich sogenannter „künstlicher“ Dünger, und es wäre durchaus nöthig zur Gewinnung eines richtigen Urtheils, die Düngerversuche mehrere Jahre hindurch unter Aufzeichnung der meteorologischen Einflüsse (womöglich auf demselben Felde) zu wiederholen. In nassen Jahren wird andrerseits der Rübe ein Uebermaass gelöster Düngstoffe geboten und von ihr aufgenommen zum Nachtheile ihres Saftes, der dabei an Salzen und Proteïnstoffen reicher, an Zucker aber ärmer wird — wie langjährige Erfahrung festgestellt hat.

Die Verdünnung, welche der Rübensaft bei grosser Regenmenge durch Aufnahme von viel Bodenflüssigkeit erleidet, und die gleich nach dem Regen oft 2% Balling beträgt, macht ihn natürlich procentisch zuckerärmer, indem sich der ganze Zucker der Rübe auf eine grössere Wassermenge vertheilt. Mit dem Wasser wird aber auch der Wurzel eine reiche Nahrung von gelösten Düngstoffen zugeführt, die vorzugsweise zur Vergrösserung ihrer Substanz und zur Blattbildung dient, während der ruhige Process der Zuckeranhäufung neben dieser energischen Bildung neuer Vegetationsorgane nicht gefördert wird. Kommt der Regen nun häufig, so wird die Tendenz, neue Blätter zu treiben, vorherrschend, und da, wie aus unten folgenden Analysen zu erhellen scheint, die Zuckeranhäufung in den Rüben erst nach Entwicklung der Blätter stattfindet, so ist ein geringer Zuckergehalt der Rübe in diesen Fällen leicht erklärlich. Neben der mittleren Temperatur sollte daher bei jedem Rübenculturversuche der Feuchtigkeitsgehalt der Luft und die Regenmenge mit aufgezeichnet werden, wie es auch bereits auf den meisten jetzt bestehenden Versuchsstationen geschieht. — Ich füge im Folgenden

eine Tabelle bei (Seite 85), welche ich im Jahre 1860 dem entsprechend entwarf und bei der ich nur bedauere den Feuchtigkeitsgehalt der Luft nicht mit verzeichnet zu haben, der sicher von grosser Wichtigkeit ist.

Der Anbau der Rüben geschah am 22. April, verzogen wurden sie am 24. Mai.

Diese Tabelle bietet allerdings keine sich regelmässig erhöhenden Zahlen und Angaben dar, wie viele andere derartige Zusammenstellungen. Ich habe aber geglaubt, darin genau das aufzeichnen zu müssen, was ich fand, unbekümmert, ob es zu unseren jetzigen Ansichten und herrschenden Theorien passt oder nicht. Jedenfalls erhellt daraus auf das Klarste der Einfluss der Regenmengen. Am 4. September waren 13,4 % Zucker im Safte, der auf 100 Theile fester Substanz 72,4 Theile Zucker enthielt; durch eine allerdings beträchtliche Regenmenge fiel der Zuckergehalt auf 7%, und von 100 Theilen fester Substanz waren nur noch 60 Theile Zucker, es muss also eine diesem Unterschiede entsprechende Menge fremder Stoffe durch den Regen in den Rübensaft übergeführt sein. Auch die Zahl der Blätter fing an sich rasch zu vermehren, die weitere Ausbildung des Zuckers geschah in Folge dessen sehr langsam und der Saft blieb unrein. Wir werden auf die Resultate dieser Tabelle weiter unten zurückkommen.

Bretschneider (Zeitschrift für Rübenzuckerindustrie, Bd. II, S. 570) fand in den Rüben verschiedener Jahrgänge folgendes Verhältniss:

Im Jahre 1857	10,95%	Zucker	0,363%	Stickstoff	0,715%	Asche	
„ 1858	10,63%	„	0,377%	„	0,815%	„	
„ 1860	10,42%	„	0,219%	„	0,703%	„	
„ 1861	12,78%	„	0,168%	„	0,755%	„	

Ich kann nicht umhin zu glauben, dass die Verschiedenheit der Rüben verschiedener Jahrgänge in den Einflüssen der Witterung zu suchen ist, da Boden, Düngung, Bearbeitung und Same an demselben Orte nicht in diesem Grad zu variiren pflegen.

Zu den allgemeinen Einflüssen auf das Gedeihen der lebenden Pflanzen ist endlich auch das Licht zu zählen. Im Dunkeln ist eine kräftige Entwickelung unmöglich, die Blätter bleiben blass; die im Schatten cultivirten Rüben enthalten stets weniger Zucker, als die im Freien, dem Sonnenlichte stets ausgesetzten Exemplare.

Gehen wir nun von diesen allgemeineren Betrachtungen über zum speciellen Wachsthum der Rübe, so kommt es dabei vor Allem auf die kräftige Entwicklung der Keimblättchen und der ersten

Monat	Datum	Rüben: Zahl der untersuchten Rüben	Rüben: Gewichte in Grammen: der Wurzeln	Rüben: Gewichte in Grammen: der Blätter	Rüben: Gewichte in Grammen: einer Wurzel	Rüben: Gewichte in Grammen: der Blätter einer Rübe	Saft: Balling Proc.	Saft: Zucker Proc.	Saft: Reinheitsquotient*)	Tage der Vegetationsdauer	Regenmenge in Zollen seit der Aussaat	Regentage, Zahl derselben	Zahl der Wärmemengen = Vegetationstage × Temperatur 7″ in der Erde.	Anzahl der Blätter (grüner).
Juni	22	20	1000	3700	50	185	6,7	3,7	55,2	60	4″ 6‴	25	611	12—22
„	24	13	1000	3800	77	315	7,2	4,20	58,8	62	4″ 6‴	25	—	—
Juli	2	8	1392	1960	174	245	13,2	9,7	73,3	70	5″ 1,2‴	28	418	18—26
August . . .	18	12	1680	852	140	71	15,2	10,6	70	104	5″11‴	31	429	40—25
September .	4	8	1076	276	127	34,5	18,5	13,4	72,4	120	6″ 2‴	32	382	8—12
„ .	15	10	860	450	86	54	12	7	60	130	12″ 3‴	36	—	12—18
„ .	24	5	1460	900	292	180	10,2	6,5	63,7	139	12″ 5‴	37	—	18—24
October . .	6	5	1130	980	226	196	11,5	7,8	68	155	12″ 5‴	37	303	—
													Summa 2143	

*) Der „Reinheitsquotient“ giebt an, wie viel Procente Polarisationszucker auf 100 Balling'sche Saccharometerprocente kommen.

Würzelchen an. Da die zuerst entwickelten Pflanzentheile alle Organe der Nahrungsmittelaufnahme enthalten, so erhellt daraus, dass die junge Pflanze um so mehr aufnehmen, assimiliren, daher freudiger fortwachsen kann, je kräftiger (unter sonst gleichen Bedingungen) die erste Entwicklung jener Organe ist. Je kräftiger die Saugwurzeln sind, desto grösser ist ihre Oberfläche, durch die sie Nahrung aus dem Boden aufnehmen kann; je kräftiger die Entwicklung der ersten Blätter einer Pflanze ist, desto mehr Nahrungsstoffe wird sie aus der Atmosphäre aufnehmen können. Eine Pflanze, die in ihrer ersten Jugend kränkelt, wird auch später keine vollständige oder doch keine normale Ausbildung mehr erlangen. Deshalb ist auch im Früheren schon die Samendüngung empfohlen, welche die erste Entwicklung so schön zu kräftigen im Stande ist.

Die vielfachen Feinde, welche die Rübe in ihrer Jugend hat, machen es besonders wünschenswerth, die erste Wachsthumsperiode möglichst zu beschleunigen. Dazu ist Nichts geeigneter, als ein möglichst rasch zersetzbarer Dünger, der hauptsächlich die Bestandtheile enthält, welche die Rübe in ihrer Jugend bedarf. Nun ist aber die Rübe eine Kalipflanze, und da der Urin bekanntlich viele Alkalien in löslicher Form als phosphorsaure und schwefelsaure Salze enthält, so scheint er zur Samendüngung am besten geeignet, wie es sich auch in Wirklichkeit bei meinen Versuchen bewährt hat.

Die jungen Pflanzen gedeihen meistens besser aus Samen, die in Haufen gelegt sind (bei horstweiser Saat), als bei Reihensaat, und man nimmt als Grund dafür an, dass sich die bei Entfaltung des Keims und dessen Fortentwicklung erzeugte Wärme durch das Zusammenliegen der Samen mehr concentrire und dadurch das Wachsthum der Pflänzchen befördere. Jedenfalls bieten die Pflanzen, wie schon bemerkt, in starken Büscheln mehr Nahrung für schädliches Gewürm, und es bleibt dabei leichter eine unbeschädigte Pflanze zurück, als bei der Reihensaat, wo die einzeln stehenden Pflanzen den Insecten eher unterliegen, und die Reihe der Pflanzen dem Gewürme den bequemen Weg der Nahrung zeigt, während bei horstweiser Saat das leere Feld von Büschel zu Büschel nicht so rasch und bequem durchschritten wird. Die starken Büschel der Rübenpflanzen leiden ausserdem nicht so sehr durch etwa eintretende Nachtfröste und sie durchbrechen endlich besser eine Erdkruste, die sich etwa durch Schlagregen und darauf folgende heftige Winde gebildet hat.

Diese Erdkrusten sind auf schweren Böden oft so hart, dass die Büschel nicht alle durchbrechen können und durch ihr Ausbleiben den Ernteertrag häufig sehr verringern. Herr Industrieinspector

Fig. 11.



Kutzer (in Dürnkrut) hat eine Art kleiner Stachelwalze construirt, die, in solchen Fällen über die Erdkruste geführt, dieselbe lockern soll, ohne den Rübenkeimen zu schaden. Beifolgende Skizze (Fig. 11) verdeutlicht diese Maschine.

Die jungen Pflänzchen erheben sich mit Kraft und Elasticität aus der gebogenen Stellung (die das Samenkorn bedingte), und zwei jungfräuliche Blätter erblicken zum ersten Male das rosige Licht und den sonnigen Himmel, der sie rief. Diese Entwicklung vollendet sich unter günstigen Umständen in 15 Tagen, und die Stengel- und Wurzellänge beträgt dann ungefähr 2″. Da sich die jungen Pflanzen jetzt schon hübsch abzeichnen, so wird alsbald zum ersten Behacken geschritten, um das Unkraut gleich in der Jugend zu vertilgen und durch Lockerung des Bodens das Wachsthum der Rübenpflanze zu fördern. Dieses erste Hacken, das namentlich im Magdeburgischen so hoch geschätzt wird, vernachlässigt man gewöhnlich in andern Ländern aus Sparsamkeit und bedenkt dabei nicht, dass durch Ueberhandnehmen des Unkrauts theils dem Acker und den Rüben Nahrung entzogen, theils die ganze fernere Entwicklung der Pflanze schädlich beeinflusst wird.

Sobald die Blätter der Pflanzen ungefähr 3″ lang sind, so dass man sie bequem fassen kann, werden sie verzogen, „vereinzelt“.

Mit der einen Hand wird nämlich die stärkste und kräftigste Pflanze gehalten, während die übrigen mit der anderen Hand herausgezogen werden.

Bei den Pflanzen in Büscheln kommt es nun freilich vor, dass die zarten Wurzeln unter sich verschlungen sind, und durch das Herausreissen der grossen Menge die eine stehenbleibende Pflanze stark erschüttert und im Vegetationsprocesse aufgehalten wird. — Dieser Uebelstand wird bei der Reihensaat vermieden, bei welcher die Pflanzen von Jugend auf so getrennt stehen, dass sie durch das Herausreissen der benachbarten nicht afficirt werden. Sie wachsen ruhig und unbehindert fort, während die aus den Büscheln stehenbleibenden Pflanzen nach dem Vereinzeln förmlich umfallen, erst am folgenden Tage sich wieder aufrichten und wohl später erst sich gänzlich erholen. —

Es wird behauptet, dass hier der Grund gelegt werde zur Bildung des grünen Kopfes der Rübe, wenn der obere Theil der Wurzel, von Erde entblösst, der Luft ausgesetzt bleibe. —

Das Verziehen muss so früh als möglich geschehen; denn die Pflanze entwickelt sich entschieden schneller, wenn ihr die Bodenkraft allein zukommt, die sich sonst auf einen ganzen Haufen vertheilt. Bleiben die Pflanzen lange zusammen stehen, so schiessen die Blätter in die Länge und nehmen eine gelbliche Farbe an; die zeitig verzogenen Pflanzen hingegen behalten ein dunkelgrünes Blatt von normalen Dimensionen. Das zeitige Verziehen ist daher entschieden anzurathen, und die Practiker behaupten allgemein, dass die zeitig verzogenen Rüben schwerer und zuckerreicher werden. Man wählt gern feuchtes Wetter und will die Beobachtung gemacht haben, dass der Tag, an dem die Rübe verzogen werde, stets einen Einfluss auf die nachfolgende Entwicklung ausübe.

Fig. 12.



Beifolgende photographische Abbildung zeigt eine Rübe in diesem Stadium des Wachsthums.

Die zum Vereinzeln nöthige Arbeitskraft variirt je nach Anstelligkeit und Uebung der Arbeiter; man lässt diese Arbeit gern von Kindern verrichten, die sich dazu besser eignen, weil sie sich nicht tief zu bücken brauchen, und hält 4 bis 5 Arbeitstage zum Vereinzeln eines Morgens für genügend. Für das jedesmalige Behacken eines Morgens, das je nach der Menge des Unkrautes, dem Stande der Rüben und dem Wetter eine leichte oder mühsame Arbeit sein kann,

rechnet man gewöhnlich 4 bis 6 Arbeiter; späterhin ist das Hacken meistens billiger, als zu Anfang.

Ein zweites Hacken folgt dem Verziehen rasch nach, der Boden wird dabei gelockert, die Luft dringt in die Erde und den Saugwurzeln der Pflanze wird frische Nahrung zugeführt. Dies ist neben dem Vertilgen des Unkrautes der Zweck des Hackens.

Daher wirkt denn auch dasselbe sehr vortheilhaft ein auf das Gedeihen der Pflanze und die Regel: „Man muss die Rübe gross hacken" oder „das Hacken bringt Zucker" wird allgemein als richtig anerkannt, nur muss man die zuckerbildende Wirkung des Hackens als eine indirecte auffassen. Das Hacken erhöht durch die Lockerung der Ackerkrume deren hygroscopische Eigenschaften, die gerade im Sommer sehr angeregt werden müssen, weil die Rübe in dieser heissen Zeit am meisten Feuchtigkeit bedarf. Nach der weisen Einrichtung des allmächtigen Schöpfers ist aber die Feuchtigkeit der Luft gerade im Sommer am grössten; es dringt also durch die mittelst des Hackens gelockerte und vergrösserte nutzbare Umgebung der Rübe mit der Luft viel Feuchtigkeit in den Nahrungsbereich der Rübe, und ein freudigeres Wachsthum ist die Folge davon. Indem nun das Hacken die Blatt-Organe der Rübe zeitiger ausbildet, ist es daher auch die indirecte Ursache einer frühzeitigen und reicheren Zuckerbildung; denn erst nach erlangter Kräftigung des Blattwuchses beginnt die Rübe die Function der Zuckererzeugung, und je eher diese eintritt, desto mehr Zucker wird im Ganzen gebildet. Dass die Rübe in der früheren Periode ihres Wachsthums hauptsächlich die Substanz und die Blattorgane insbesondere ausbildet, nachher aber erst den Zucker in unverhältnissmässig hohem Maasse entwickelt, ergiebt sich auch aus der oben mitgetheilten Tabelle (S. 85), aus der ferner hervorgeht, dass bis Mitte Juli mehr Blätter (an Gewicht) entwickelt sind, als Rübe. Noch am 2. Juli hatte eine Rübe durchschnittlich 174 Gramm Gewicht neben 245 Gramm Blättern, und im Juni war das Verhältniss noch auffallender, denn am 22. Juni hatte eine Rübe 50 Gramm Wurzel und 185 Gramm Blätter. Hier folgen einige naturgetreue Ansichten von Rüben in diesen Zeiten der Entwicklung Fig. 13, 14 u. 15.

Fig. 13.



Man sieht daraus, dass in der zarten Jugend der Rübe zuerst die Blätter sich ausbilden, dass wir daher diesem Bestreben der Natur

durch das Behacken zu Hülfe kommen müssen. Diese Beobachtung über das Wachsthum der Rübe steht keineswegs vereinzelt da.

Fig. 14.



Fig. 15.



Leplay fand in Frankreich, „dass die Blätter bis zum 15. August schwerer waren als die Rübe, dass, so lange die Blätter wuchsen, die Wurzeln verhältnissmässig wenig zunahmen, sondern erst nach voll-

kommner Entwicklung der Blätter zu wachsen anfingen, wie auch, dass der Zuckergehalt erst mit dem kräftigen Wachsthum der Wurzel sehr auffallend und unverhältnissmässig zunahm."

Meine oben mitgetheilten Versuche sind im Jahre 1861 im südlichen Russland angestellt. Herr Dr. Paul Bretschneider theilt seine in demselben Jahre in Deutschland gemachten Versuche in der „Vereinsschrift für Rübenzuckerindustrie S. 578" folgendermaassen mit:

Tag der Untersuchung	Zahl der untersuchten Rüben	Gewicht einer Rübe Gramme	Gewicht der Blätter einer Rübe Gramme	Verhältniss zwischen Rüben und Blättern	Zucker in der Rübe Proc.	Zucker in 100 Thln. Saft Proc.
(Verziehen) Juni 12	374	0,2005	?	?	2,13	?
„ „ 21	16	5,3	?	?	4,78	?
„ Juli 1	4	32,5	?	?	3,12	?
„ „ 9	3	78,3	286	1 : 3,65	4,99	?
„ „ 16	3	109,6	226	1 : 2,06	8,86	?
„ „ 23	3	82,0	168	1 : 2,04	10,24	12,16
„ „ 29	3	166,0	224	1 : 1,34	?	13,28
„ Aug. 8	3	124,0	107	1 : 0,56	11,27	14,44
(Regen) „ 10	2	221,0	162	1 : 0,73	9,42	12,72
„ „ 17	6	238,0	165	1 : 0,69	10,13	12,92
„ „ 26	3	228,0	121	1 : 0,53	10,52	12,16
„ Sept. 4	3	300,0	170	1 : 0,56	12,84	14,88
„ „ 14	3	257,0	139	1 : 0,54	11,23	14,20
„ „ 19	1	586,0	346	1 : 0,59	11,45	12,16
„ „ 19	1	323,0	94	1 : 0,29	11,68	14,20
„ „ 19	1	214,0	64	1 : 0,30	11,70	13,76
„ „ 19	1	188,0	65	1 : 0,34	13,04	15,86
„ „ 19	1	143,0	72	1 : 0,50	11,27	?
„ „ 19	1	204,0	50	1 : 0,25	13,15	14,88
„ „ 19	1	169,0	38	1 : 0,22	10,80	13,40
„ Octob. 10	3	437,0	?	?	12,03	13,56

Durch die Beobachtungen in den climatisch so sehr verschiedenen 3 Ländern dürfte demnach wohl festgestellt sein, dass sich die Rübe in der ersten Wachsthumsperiode vorzugsweise in den Blättern aus-

bildet, die unter der Erde befindlichen vegetativen Organe, die Wurzeln, dagegen sich langsamer entwickeln, während in den späteren Perioden der umgekehrte Fall eintritt.

Aus obiger Tabelle erhellt ferner, dass die Zeit bis Ende Juli, resp. bis 8. August die günstigste für das Hacken ist. Beifolgend ist eine Rübe in diesem Stadium der Entwicklung abgebildet, aus der die volle Entwicklung der Blätter deutlich erhellt. Bis zu diesem Zeitpunkte sollten alle Arbeiten zwischen den Rüben beendet sein, denn der Zweck des Hackens: die Blätter, die luftzuführenden Athmungsorgane der Rübe, rasch zu kräftigen, damit die Wurzel möglichst früh ihre zuckerbildende Thätigkeit beginnen könne, ist erreicht; die Blätter sind jetzt hinreichend entwickelt, um bei der Zuckererzeugung in der Wurzel, ihrer Function gemäss, kräftig mitwirken zu können. Dem jetzt vorherrschenden Processe der Zuckerbildung im Innern der Rübe muss nun Ruhe gelassen werden, damit er sich ordnen und concentriren kann, und er darf nicht von Neuem durch Hacken auf die jetzt überflüssige, weil vollendete Blattbildung abgelenkt werden. Würde man nach dieser Zeit noch viel den Boden um die Rübe herum lockern, so würde das Wachsthum der Blätter wohl noch befördert werden, aber auf Kosten des Zuckergehaltes der Rübe; denn es scheint unleugbar aus meinen Versuchen hervor zu gehen, dass die vorwaltende Ausbildung der Blätter den Rübensaft quantitativ und qualitativ beeinträchtigt. In dem Grundsatze der Practiker „die Rübe muss Ruhe haben“ liegt deshalb eine allseitig anerkannte Wahrheit, die sich freilich nicht auf



Fig. 16.

exacte pflanzenphysiologische Gründe, aber auf vieljährige Erfahrung stützt. —

Wie oft das Hacken bis zu dieser bestimmten Zeit vorgenommen werden soll, darüber gehen die Ansichten auseinander. Im Magdeburgischen wird dasselbe im wohl verstandenen Interesse der rübenerzeugenden Zuckerfabricanten wenigstens dreimal, oft selbst fünfmal wiederholt, und hierin mag ein Grund mit liegen, dass die Magdeburger Rüben meist sehr zuckerreich sind, und dass sich ihr Saft leicht verkochen lässt. Die Rübenbauer anderer Länder sparen theils aus falscher Oeconomie, theils aus Mangel an genügenden oder hinreichend billigen Arbeitskräften den Lohn für wiederholtes Hacken und begnügen sich vielfach mit zweimaligem. Kein Wunder, wenn weder quantitativ noch qualitativ zufriedenstellende Resultate erfolgen.

Nur in denjenigen Fällen ist vielleicht ein oft wiederholtes Hacken von Nachtheil, wenn eine Ackerkrume von wenig wasserhaltender Kraft (z. B. Sand) in sehr heissen und trockenen Climaten zum Rübenbau verwendet wird. Ich habe in solchen extremen Fällen schon gefunden, dass die Rüben in der Erde verwelkten und mit grosser Leichtigkeit herausgezogen werden konnten, so stark war die Verdunstung. In solchen Fällen würde das viele Auflockern des Bodens nur die Verdampfung der Bodenfeuchtigkeit befördern, und es wären in jenen Ländern (Ungarn und Süd-Russland) vielleicht eher Mittel anzurathen, die das Verdunsten der Feuchtigkeit verhindern, wie die Anlage von Hecken und Bäumen. „Die Bäume, sagt Humboldt, sind vermöge des Wesens ihrer Ausdünstung und der Strahlung ihrer Blätter gegen einen wolkenlosen Himmel fortwährend mit einer kühlen dunstigen Lufthülle umgeben; sie äussern wesentlichen Einfluss auf die Fülle der Quellen, nicht weil sie, wie man lange geglaubt hat, die in der Luft verbreiteten Wasserdünste anziehen, sondern weil sie den Boden gegen die unmittelbare Wirkung der Sonnenstrahlen schützen und damit die Verdunstung des Regenwassers verringern. Zerstört man die Wälder, wie die europäischen Ansiedler in Amerika (und ich füge hinzu, nicht nur in Amerika) mit unvorsichtiger Hast thun, so versiegen die Quellen oder nehmen doch stark ab.“ Diese Worte könnten nicht treffender für das südliche Russland gesagt sein, wo die heissen Winde über baum- und strauchlose Steppen streichen und die Feuchtigkeit mit unglaublicher Schnelligkeit verdunsten machen. Wie bedeutend die Verdunstungsfähigkeit der Winde ist, und wie diese hierin

sogar die Wärme der Sonnenstrahlen übertreffen, ergiebt sich aus Versuchen von Mr. Charnok, der experimentell feststellte, dass Sonne und Wind 33″,6 — 34″,2 Wasser verdampften, während Wasser, das, vor Sonne geschützt, nur den Winden ausgesetzt war, 22″,5 bis 22″,7 abnahm, also um $^2/_3$ des Ganzen (Farmer's Magazine). Diese trocknende Kraft des Windes ist aber im täglichen Leben allgemein bekannt; denn jede Waschfrau hängt die Wäsche in Wind oder „Zug.“ Bäume und Hecken würden diesen Winden nicht gestatten, mit derselben Geschwindigkeit dicht über den Boden hin in derselben Richtung zu streichen. — Es wäre vielleicht von grossem Nutzen in diesen Ländern, die Ackerkrume der Rübenfelder mit einer hygroscopischen, der Zuckergewinnung nicht nachtheiligen, Substanz zu vermischen, einestheils um von dem grossen Feuchtigkeitscapitale der Luft etwas nach dem Boden zu ziehen und für die Organe der Wurzel nutzbar zu machen, anderntheils um die von den Rübenblättern ausgehauchte Feuchtigkeit nicht in die Luft verloren gehen zu lassen, sondern wiederzugewinnen. Diese Verdampfung muss nämlich bei der grossen Oberfläche der Rübenblätter eine ziemlich bedeutende sein, denn sie betrug nach Mr. Philipps auf 1 □″ Blattoberfläche von Polianthus täglich 10,8 Gran Wasser (Cuthbert W. Johnson. Farmer's Magazine 1861).

Die Fälle aber, in denen die vielfache Bearbeitung der Rübenäcker zwischen den Rüben schädlich sein könnte, sind vereinzelt und kommen in den für die Rübenzuckerfabrication günstigen Climaten nicht vor. Die Hacke ist und bleibt daher für den Rübenbau im Ganzen ein sehr wichtiges Instrument, und ihre Anwendung zu vervielfältigen ist sehr räthlich. Man thut wohl, diese Geräthe, welche beständig in der mit Sand gemischten Erde sich abstumpfen, häufig schleifen zu lassen. Es sind daher Schiebkarren mit Schleifsteinen zum beständigen Schärfen der Hacken auf dem Felde sehr zu empfehlen, weil scharfe Instrumente das Unkraut besser durchschneiden und vertilgen, und ausserdem durch tieferes Eindringen in die Erde die Aufgabe der Bodenlockerung vollständiger gelöst wird. Es ist beim Hacken jedoch immer darauf zu sehen und zwar gleich beim ersten Male, dass die Rüben ringsherum von Erde umgeben sind und nicht ihre oberen Theile der Luft ausgesetzt bleiben; es bilden sich sonst aus ihnen die sogenannten „grünen Köpfe,“ die stets einen unreinen, zuckerarmen Saft enthalten.

Dass beim Hacken der Rübe keine Blätter verletzt werden, ist

bei der grossen Wichtigkeit, die wir auf das Wachsthum der Blätter schon oben legten, sehr zu beachten. —

Die Blätter sind die Lebensorgane der Rübe, durch die sie die atmosphärische Nahrung erhält und die den Austausch der Gase vermitteln. Mit der Ausbildung derselben wird der Grund zum späteren Wachsen der Wurzel und zur Ansammlung von Zucker darin gelegt, mit dem Abbrechen derselben werden die Mittel dazu vermindert.

Das Behacken wird oft auch mittelst Maschinen bewerkstelligt; ob aber diese Methode der durch Handarbeit vorzuziehen oder nachzustellen ist, darüber sind die Ansichten je nach den localen Verhältnissen getheilt. Von vornherein muss zugegeben werden, dass die Maschine die Handarbeit in der Rübencultur nicht vollständig ersetzen kann, denn die Maschine darf nie nahe an die Rübe gehen, weil man fürchten muss, dieselbe zu verletzen. Es kann sich also dabei höchstens um jenen Theil des Ackers zwischen den Rübenreihen handeln, der an jeder Seite einige Zoll von der Rübe entfernt bleibt.

Stellt man nun die Frage: Wie kann dieser Theil des Feldes am schnellsten und billigsten von Unkraut gereinigt und gelockert werden? so fällt die Entscheidung immer zu Gunsten der Maschinenarbeit aus; denn Maschinen, durch Pferde gezogen, arbeiten schneller und billiger, als Menschenhände, die oft schwer zu haben sind.

Bei sehr grossen Culturen ist die Maschine ganz unentbehrlich; denn es ist fast unmöglich, für grosse Flächen eine genügende Anzahl Hände für eine kurze aber bestimmte Zeit disponibel zu haben, und nur kleinere Wirthschaften in bevölkerten Gegenden können über genügende Handkräfte in einem kurzen Zeitraume verfügen. Die grossen Wirthschaften sind fast gezwungen, bei einem extensiven Rübenbau die Maschine zu Hülfe zu rufen, der übrigens die Zukunft auch deshalb gehört, weil selbst in zahlreich bevölkerten Districten die Kosten der Handarbeit die der Maschinenarbeit übersteigen.

Die vorzüglichste Reinigungsmaschine ist die von Garret, wovon hier eine Abbildung folgt, Fig. 17 a. f. S.; sie schneidet zwischen den Rübenreihen das Unkraut mittelst zweier Messer fort und reinigt 4, auch mehr Zwischenräume auf einmal. Die Beweglichkeit der Messer, durch welche sich die Beschädigung der Rüben vermeiden lässt, ist so leicht und sinnreich, dass der Arbeiter sehr bald mit der Maschine vertraut wird und dieselbe glücklich durch die Rübenfelder führen kann.

Es lassen sich mit dieser Maschine selbst gewölbte und über-

haupt unebene Beete behacken, wenn man die Hackscharen genau danach stellt, wie dies beifolgende Fig. 18 veranschaulicht.

Die Leistungsfähigkeit einer solchen Maschine beträgt circa 12 Morgen per Tag. Sie ist um so wichtiger für den Rübenbau, als die Unkräuter gewöhnlich zu gleicher Zeit auf allen Feldern im Frühjahre hervorzubrechen anfangen und gerade dieser Moment der wichtigste ist, das Unkraut zu vertilgen, um die Rübe nicht im Wachs-

Fig. 17.

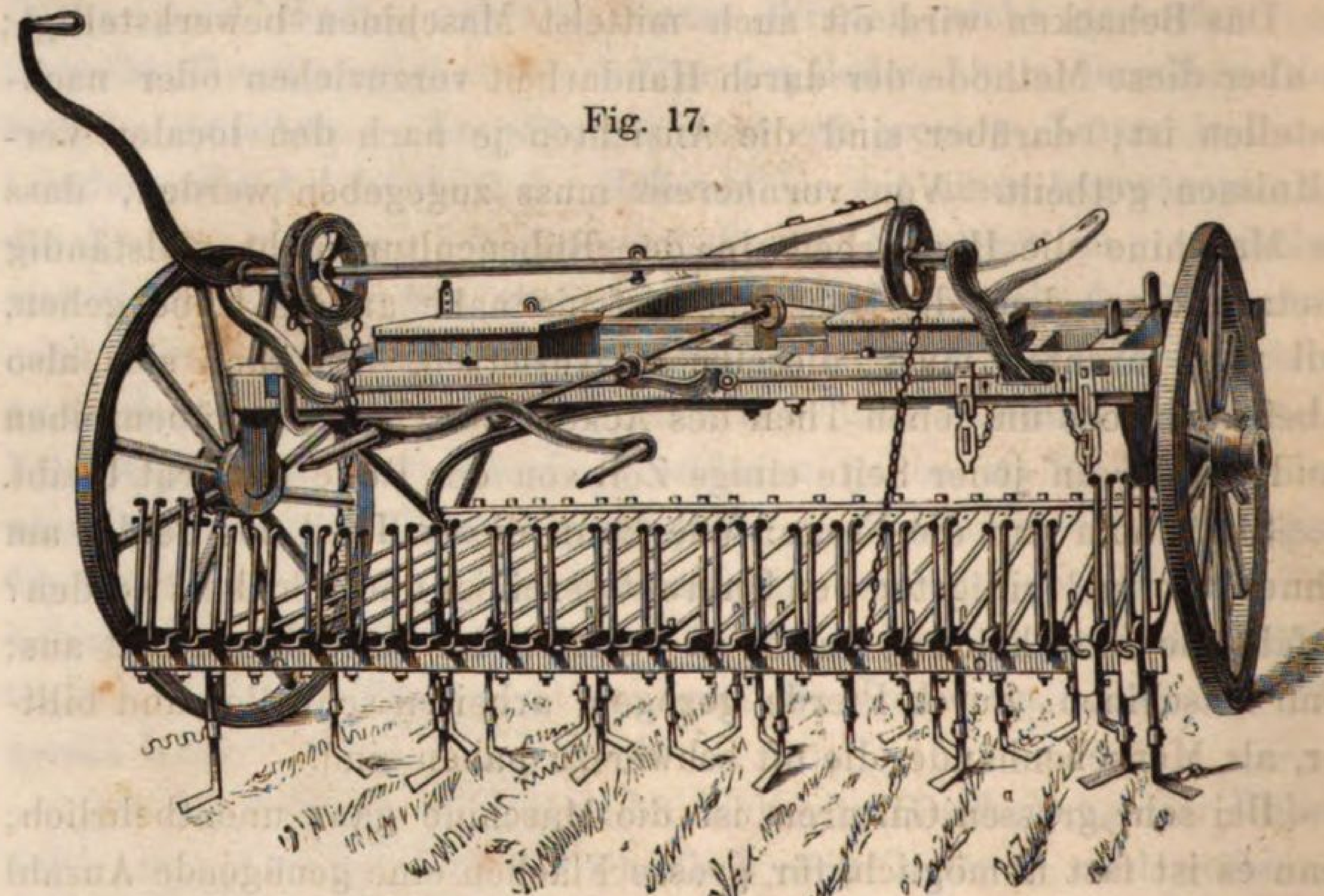
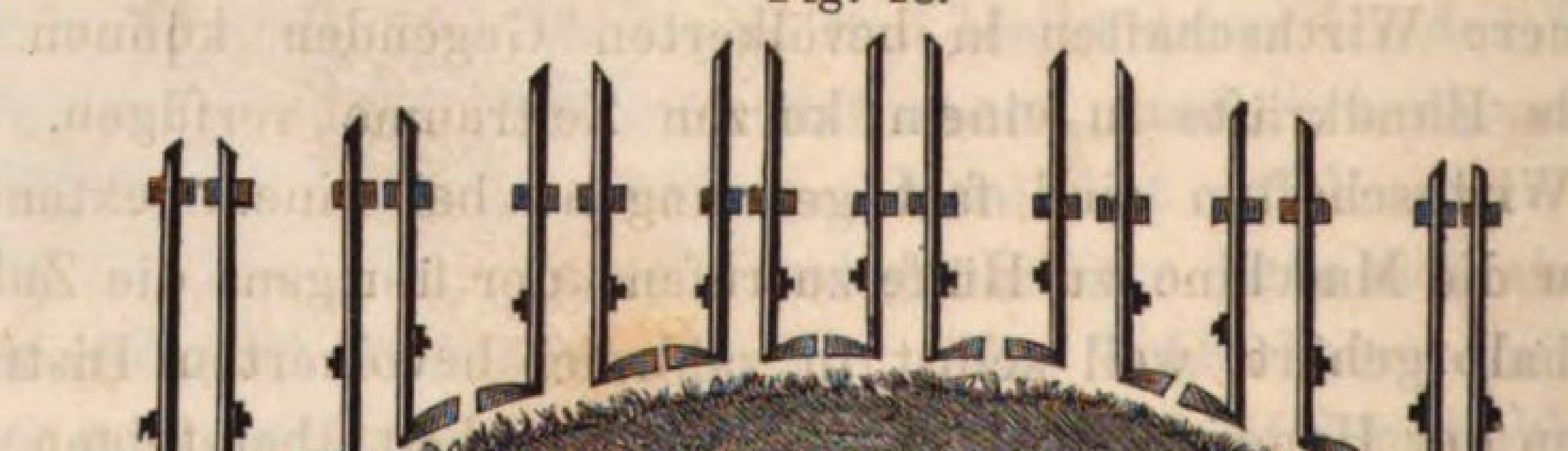


Fig. 18.

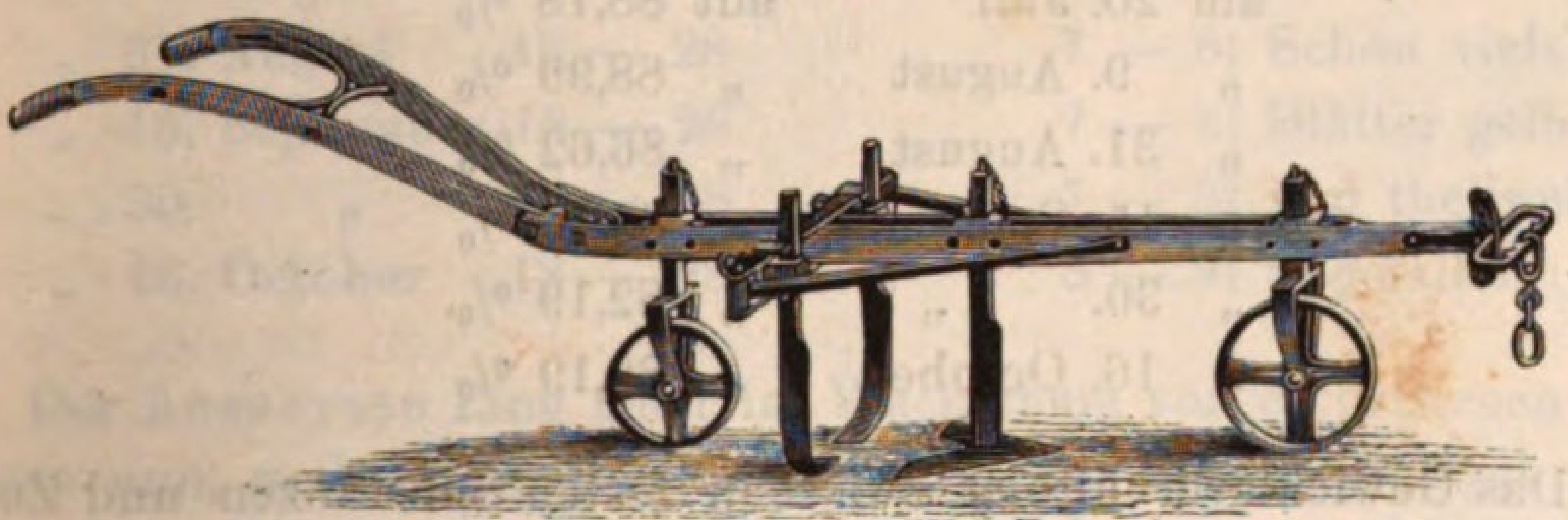


thume aufzuhalten, „ersticken zu lassen," wie man sagt. Hierbei muss ich zugleich darauf hinweisen, dass in Folge der gleichzeitigen Aussaat auch das Verziehen und Behacken der Rüben auf einen kurzen Zeitraum zusammengedrängt wird, wodurch die Schwierigkeit entsteht, genügende Kräfte dazu aufzutreiben. Es empfiehlt sich daher, die Saat der Rüben in verschiedenen Zeiträumen zu bewerkstelligen, und dadurch auch die Zeit des Verziehens und Behauens

mehr zu vertheilen. — Hat man die Zwischenräume der Reihen mit der Maschine gereinigt, so bleibt zu der Bearbeitung mit der Hacke nur noch ein schmaler Streifen von einigen Zollen unmittelbar an den Rübenpflanzen übrig, dessen Reinigung durch wenige Menschen leicht besorgt werden kann.

Eine andere Maschine, ein sogenannter Hackpflug (Ransome's Construction), ist in beifolgender Figur 19 abgebildet. Sie dient eben-

Fig. 19.



falls zum Reinigen und Lockern des Bodens in einer Rübenreihe, lässt sich leicht für verschiedene Distanzen stellen und ist sehr wirksam. Die Eisen, welche die Messer in die Erde halten und sie mit dem Gestelle verbinden, müssen rund sein, weil das Unkraut von runden Eisen leichter wieder abfällt, als von kantigen, und dann durch die immer reinen Eisen die Arbeit wesentlich gefördert wird. Es versteht sich von selbst, dass alle Maschinen nur in trockenem Wetter zu benützen sind. Bei Nässe des Bodens soll man aber überhaupt nicht den Boden bearbeiten.

Nachdem wir nun die Bearbeitung der Rübe in den ersten Stadien ihres Wachsthums kennen gelernt haben, wollen wir auch ihre anatomische und chemische Constitution, sowie die aus diesen beiden Factoren sich ergebende Weiterentwickelung derselben näher betrachten. Die Rübe besteht aus einem Aggregate von Zellen, in denen der klare Saft enthalten ist. Die Zahl derselben soll sich per Cubikzoll auf $1^1/_2$ Millionen belaufen (Otto), und wenn man bedenkt, dass dieselben trotzdem nur 3 bis $5^0/_0$ des Gewichtes der Rübe ausmachen, so muss man über die Zartheit ihrer Wandungen erstaunen. Trotzdem sind sie sehr fest, denn ihr Saftinhalt lässt sich nur mit Mühe durch Zerreissen der Zellenwände gewinnen. Die Zellenwände bestehen aus Cellulos *(Cellulose)*, Zellstoff, auf dem Pectos *(Pectose)*, eine gallertbildende Substanz, abgelagert ist.

Der Saft der Rüben ist eine Auflösung von festen Substanzen,

Bayerische Staatsbibliothek München

bestehend aus Zucker, Salzen, stickstoffhaltigen Substanzen (Proteinstoffen) und dem chemisch characterlosen Stoffgemische organischer Natur: dem Extractivstoff, in Wasser. Der Wassergehalt der Rübe variirt in verschiedenen Jahrgängen, in nasser und trockener Witterung, wie in den verschiedenen Perioden ihrer Entwickelung. Junge Rüben sind stets wasserreicher.

Dr. Bretschneider ermittelte den Wassergehalt des Saftes

am	20. Juli	mit	88,78 %
„	9. August	„	88,99 %
„	31. August	„	86,62 %
„	15. September	„	85,46 %
„	30. „	„	82,19 %
„	16. October	„	82,19 %

Das Gewichtsverhältniss zwischen festen Substanzen und Zucker im Safte bezeichnet man gewöhnlich durch den sogenannten „Zuckergehaltsquotienten“ Ballings, d. h. eine Zahl, welche angiebt, wie viel Zucker in 100 Theilen fester Substanz des Saftes enthalten ist. Diese Zahl bezeichnet direct den relativen Werth des Saftes für die Fabrication, und wir werden unter der Benennung „relativer Zuckergehalt“ in der Folge vielfach auf dieselbe zurückkommen (vergl. S. 116 u. f.). Alle übrigen festen Stoffe des Saftes ausser dem Zucker fasst man zusammen unter dem Collectivnamen „fremde Stoffe“ oder „Nichtzucker.“

Beim Querschnitte der Rübe findet man dieselbe aus zahlreichen concentrischen Ringen zusammengesetzt. Die Breite dieser concentrischen Ringe steht nun merkwürdiger Weise mit dem Zuckergehalte des Saftes in noch unaufgeklärtem, aber factischem Zusammenhange, der Art, dass die grössere Breite der concentrischen Ringe einem minder zuckerhaltigen, die geringere Breite derselben aber in den meisten Fällen einem zuckerreicheren, concentrirteren Safte entspricht.

Die concentrischen Ringe, welche (nach Schacht und Dr. Bretschneider) um einen centralen Gefässbündelring gelagert sind, stehen mit den einzelnen Blattkreisen in directer organischer Verbindung, und zwar communiciren die ältesten, äussersten Blätter mit den ältesten, innersten Ringen, die jüngsten, innersten Blätter dagegen mit den jüngsten, äussersten Ringen. Hieraus schliesst man, dass die Ernährung der einzelnen Ringe grossentheils mit bedingt werde von den mit ihnen correspondirenden Blattkreisen.

Bayerische Staatsbibliothek München

Um diese Meinung zu bestätigen, bestimmte Dr. Bretschneider in höchst scharfsinnigen und lehrreichen Untersuchungen das Entwickelungsverhältniss zwischen den Blättern und Ringen der Rübe in den verschiedenen Zeitpunkten ihres Wachsthums. Er fand:

	Entwickelte Blätter	Concentrische Ringe der Rübe	
am 20. Juli	9 — 12	4	
„ 9. August	15 — 18	5 — 7	
„ 31. August	18 — 28	7 — 8	Schon viele Blätter gelb und theilweise abgefallen.
„ 15. September	18 — 28	7 — 8	
„ 30. „	18 — 28	7 — 9	
„ 16. October	18 — 28	8 — 9	

Der äusserste Ring einer im Wachsthum vorgeschrittenen Rübe müsste nun, weil er mit den innersten, oft erst im Spätjahr nach Regen entwickelten, kleinen Blättern von geringer Vegetationsthätigkeit communicirt, weniger Zucker enthalten, als die mit den grösseren, oft äusseren Blätter communicirenden inneren Ringe der Rübe.

Dr. Bretschneider fand im Einklange mit dieser Annahme den äussersten Ring am zuckerärmsten, als er am 17. August die übereinanderliegenden Ringe der Rübe einzeln auf ihren Zuckergehalt untersuchte. Es enthielt nämlich:

der Kopf,	= 9,38 %	Zucker,	
„ 6. Ring	= 9,38 %	„	(der äusserste Ring)
„ 5. „	= 12,31 %	„	„ „ „
„ 4. „	= 11,78 %	„	„ „ „
„ 3. „	= 11,07 %	„	„ „ „
„ 2. „	= 10,93 %	„	„ „ „
„ 1. „	= 10,15 %	„	(der innerste)
das Wurzelende	= 9,95 %	„	

Er schliesst daraus (mit Schacht), dass die älteren ausgewachsenen grünen Blätter zur Zuckerproduction unentbehrlich sein, dass sie die eigentlichen **Organe der Zuckerbildung** darstellen.

Figur 20 auf folgender Seite zeigt den Durchschnitt einer natürlichen Rübe und kann dazu dienen, den Zusammenhang der concentrischen Ringe mit den Blättern, wie er in der Natur sich ausprägt, darzustellen.

Die Blätter scheinen anfangs alle Nahrung des Bodens und der Luft für sich selbst zu verwenden, nach Erlangung einer gewissen Grösse und Oberfläche aber auf die Ausbildung der ihnen zugehörigen Ringe in der Rübe einzuwirken, um zuletzt ihre Thätigkeit ausschliesslich der Zuckerbildung zuzuwenden.

Fig. 20.



Diese Annahmen über die Function der Blätter werden durch einige höchst interessante Versuche Schacht's bestätigt. Er liess am 14. August von 6 Rüben, deren Saft 8,6 und 8,34% Zucker enthielt, alle ausgebildeten Blätter entfernen, und nur die jungen unentwickelten Blätter in der Mitte des Blattkopfes stehen. Am 15. September standen diese Rüben wieder in vollem Blätterschmucke und liessen sich nur durch frischeres Grün der Blätter und den Mangel an welk gewordenen unterscheiden. Die neue Blattbildung wurde abermals fast ganz entfernt, hatte sich aber am 15. October zum zweiten Male vollständig ersetzt. Bei der Ernte am 31. October enthielten unsere zweimal entblätterten Rüben einen Saft von nur 12% Bg. und 8,34%, während die nicht entblätterten, unberührt gelassenen einen Saft von 16% Bg. und 13,72% Zucker auswiesen. Ein zweiter Versuch derselben Art auf gedüngtem Felde ergab:

bei nicht entblätterten Rüben	14% Bg. und	9,96%	Zucker in	100 Saft
bei entblätterten Rüben	9% „ „	5,34%	„ „	100 „

(Vereinsschrift für Rübenindustrie Bd. 11, p. 135).

Die entblätterten Rüben waren jedoch in ihrem Gesammtgewicht nicht hinter den andern zurückgeblieben, und es liesse sich daraus

schliessen, „dass die vollständig entwickelten grünen Blätter zur Gewichtsvermehrung der Rübe wohl nicht mehr beitragen, dass sie aber die Zuckerproduction wesentlich zu befördern im Stande sind.“

Eine Witterung, welche die Blattbildung stört, muss also auch eine mangelhafte Zuckerbildung zur Folge haben. In der Eingangs dieses Artikels mitgetheilten Tabelle über das Wachsthum russischer Rüben zeigt der 4. September 13,4%, den höchsten Zuckergehalt des Jahres, der October dagegen nur 7,8%. Das trockene Wetter hatte die Blätter bis zum 4. September welken und abfallen lassen, ein nachfolgender starker Regen entwickelte wohl eine Menge neuer, aber für eine kräftige Functionirung zu kleiner Blätter; daher konnte wohl die Substanz der Rübe, ihr Gewicht, nicht aber ihr Zuckergehalt noch wachsen. Heisse trockne Sommer mit Regen im Spätjahre geben nie eine Rübenernte, an deren Verarbeitung der Rübenzuckerfabricant Freude haben könnte, da die Zeit der grössten Menge ausgebildeter grüner Blätter nicht mit der Zeit der Ernte zusammenfällt. In solchen Fällen möchte es rathsam sein, die Rüben gleich nach der Ernte mit den Blättern nach aussen in Haufen zu legen, um ausserhalb der Erde den Blättern eine hinreichende Zeit zum Nachholen und Vollenden der zuckerbildenden Thätigkeit zu gewähren, wobei zugleich die Aufnahme überflüssiger und schädlicher Stoffe aus der Erde vermieden würde. — Ein Blattverlust während der Vegetation durch Hagelschlag, Insectenfrass etc. wird ebenfalls einen Mindergehalt an Zucker zur Folge haben.

Unsre jetzige Ansicht von dem Einflusse der Blätter auf Zuckerbildung hatte schon Achard im Jahre 1812, indem er aussprach, „dass durch die Abnahme der Blätter die Veredlung, Verfeinerung und Elaboration der gröberen Stoffe, welche die Pflanzen durch die Wurzeln aus dem Boden einziehen, verhindert werde.“

Man darf aber nicht glauben, dass der Zuckergehalt der Rübe ganz allein von den Blättern, von ihrer Grösse und Zahl bedingt wird. Wie wollte man sonst die von Leplay zuerst beobachtete Thatsache erklären, dass Rüben auf kalkhaltigem Boden wenig und kleine Blätter aber mehr Zucker haben, als die grossblättrigen Rüben anderer Bodenarten? Es muss also der Boden, die von ihm gebotene Nahrung, ein noch mächtigeres Agens der Zuckererzeugung sein, als die Blätter der Rübe.

Die Rüben sind sehr verschieden in ihrer Zusammensetzung,

nicht nur in den Perioden des Wachsthums, sondern auch zu derselben Zeit auf demselben Ackerstücke. Man findet oft sehr bedeutende Unterschiede im Zuckergehalte zweier Rüben, die dicht nebeneinander wachsen; man muss deshalb immer viele Rüben von verschiedenen Standorten zugleich untersuchen, wenn man über den Ernteertrag ein Urtheil haben will. Da die Rübe einen durch ihre Form bedingten sehr kleinen Nahrungsbezirk hat, so ist es leicht möglich, dass bei schlechter Vertheilung des Düngers den Rüben an verschiedenen Stellen eine ganz verschiedene Nahrung gereicht wird, wodurch sie dann oft eine ganz abweichende Beschaffenheit bekommen.

Jede Rübe hat zwei gegenüberliegende Vertiefungen, die nicht selten spiralförmig, oft aber auch fast senkrecht verlaufen. — Figur 21 zeigt diese spiralförmigen Vertiefungen mit ihren kleinen

Fig. 21.



Saugwurzeln, welche hier nicht auf der ganzen Oberfläche hervortreten. Diese kleinen Seitenwurzeln sind um so länger und stärker, je ärmer der Acker an Bodenkraft ist; sie suchen dann in der Weite, was sie in der Nähe nicht finden können, und oft

verzweigt sich dadurch die ganze Wurzel. Ist im Boden aber eine genügende Menge Düngstoff vorhanden, so bleiben diese Saugwurzeln klein und unbedeutend, bilden sich aber oft in grosser Menge, besonders nach Regen. Der Untergrund scheint ebenfalls Einfluss auf die Bildung der Wurzel auszuüben, indem er bei lockerer, feuchter und fruchtbarer Beschaffenheit ein tiefes Eindringen der Pfahlwurzel in dünnen Fäden veranlasst. Schacht giebt an, dass sie sogar 8 bis 10 Fuss tief dringe. Bis 5 Fuss Tiefe will man sie in Czakobitz beobachtet haben, wo sie in die Drainröhren wuchsen. Die Pflanze ernährt sich bei so tiefem Eindringen mit ihren kleinen aber desto zahlreicheren Saugwurzeln hauptsächlich aus der Tiefe.

Die Rübe nimmt, wie aus allen oben mitgetheilten Tabellen ersichtlich ist, während ihrer Vegetation beständig an Gewicht zu. Alle Versuche stimmen darin überein.

Balling führt z. B. (Vereinsschrift für Rübenzuckerindustrie Bd. 9) an,

	das Gesammtgewicht von 30 untersuchten Rüben		

habe betragen:

am 29. August	51 Pfd. 3 Loth,	daher à Rübe	1 Pfd. $22^1/_2$ Loth
„ 15. September	60 „ 11 „	„ „	2 „ $^1/_3$ „
„ 30. „	68 „ 15 „	„ „	2 „ $8^2/_3$ „

woraus sich für jede Rübe eine Zunahme von $^1/_4$ Pfd. in 15 Tagen ergiebt.

Wenn nun bei 14″ Säedistanz, also 18000 Pflanzstellen pro Morgen (70% =) 12600 Rüben erhalten werden, so betrüge das Gewicht der Ernte am 15. September (à Rübe 1 Pfd.) = 12,600 Pfd.

Am 30. September betrüge sie

$$= (12{,}600 + {}^1/_4 \cdot 12{,}600) = 15{,}750 \text{ „}$$

Am 15. October

$$(15{,}750 + {}^1/_4 \cdot 12{,}600) = 16{,}900 \text{ „}$$

Dr. Bretschneider giebt an, dass bei seinen Versuchen (Zeitschrift für Rübenzuckerindustrie Bd. 10, S. 155)

	das durchschnittliche Gewicht einer Rübe betragen habe:	die Ernte pro Morgen (regelmässig bestanden) daher betragen müsse:
am 20. Juli	0,086 Pfd.	1908 Pfd.
„ 9. August	0,311 „	6894 „
„ 31. August	0,599 „	13266 „
„ 15. September	0,723 „	16002 „
„ 30. September	0,735 „	16272 „
„ 16. October	0,852 „	18864 „

Die geringe Gewichtszunahme in dem Intervalle vom 15. bis 30. September darf man nicht als Regel für das Fortschreiten des Wachsthums im Grossen gelten lassen, da ja die Wägungen nur mit einzelnen Rüben angestellt sind, wodurch das Gewicht grosser Massen immer nur annähernd richtig bestimmt werden kann.

Jeder praktische Rübenbauer weiss aus Erfahrung, wie wichtig für den Ertrag das längere Wachsen der Rübe ist.

Noch wichtiger für den Rübenzuckerfabricanten ist indessen die Zunahme des Zuckergehaltes der Rübe in den letzten Tagen der Vegetation.

Balling fand bei seinen Versuchen mit böhmischen Rüben im Jahre 1859, dass der Zuckergehalt des Rübensaftes folgendermaassen stieg:

	in 100 Saft		in 100 festen Theilen des Saftes
am 29. August	9,13% Zucker	und	73% Zucker
„ 15. September	11,00% „	„	76% „
„ 30. September	13,07% „	„	80% „

Bretschneider fand in deutschen Rüben 1860:

	in 100 Rübe		in 100 festen Theilen Rübe
am 20. Juli	4,59% Zucker	und	40,46% Zucker
„ 9. August	5,15% „	„	46,77% „
„ 31. August	7,81% „	„	58,37% „
„ 15. September	9,17% „	„	62,98% „
„ 30. September	11,81% „	„	66,31% „
„ 16. October	11,90% „	„	66,81% „

Meine Versuche mit russischen Rüben im Jahre 1859 gaben folgende Resultate:

	In 100 Saft		In 100 fester Substanz des Saftes.
	Procente Balling	Proc Zucker	Proc. Zucker
1859, im ersten Vegetationsjahre:			
27. Juli	13	9,41	72,4
12. August	15,8	11,83	75
27. August	15	11,83	78,3
12. September . .	16,2	14,17	87,4
Heftige Gewitterregen			
26. September . .	14,6	11,83	81
1860, im zweiten Vegetationsjahre: *)			
28. April	16,5	11,83	73,25
20. Juni	4,2	1,00	24,3

Diese Versuche beweisen eine dem Fortschreiten des Wachsthums der Rübe entsprechende stetige Zunahme des Zuckers im Safte und zwar in einem stärkeren Verhältnisse, als die übrigen festen Substanzen des Saftes zunehmen. Eine spätere Rübenernte giebt also dem Zuckerfabricanten nicht nur einen zuckerreicheren, sondern auch reineren Rohstoff, nämlich einen Saft, der in 100 festen Theilen weniger Salze und Proteinstoffe enthält, daher leichter gereinigt

*) Es scheint aus der Tabelle hervorzugehen, dass der relative Zuckergehalt der Rübe im zweiten Jahre ihres Wachsthums ebenso abnimmt, wie er im ersten Jahre zunimmt.

werden kann, oder mit weniger Unkosten (für die Abscheidung dieser Stoffe) mehr Krystallzucker gewinnen lässt. Dieser letztere sehr wichtige Umstand giebt ferner Aufklärung, weshalb z. B. spät gesäete Rüben sich oft in der Fabrik schlecht verarbeiten lassen, und lehrt uns, dass wir die Aussaat möglichst beschleunigen sollen.

Ueber den Einfluss, den die Zeit der Aussaat auf die Beschaffenheit des Saftes ausübt, stellte ich zu Smela (Süd-Russland) im Jahre 1861 folgende vergleichende Versuche an. Sämmtliche Rüben wurden am 10. October untersucht.

Tag der Aussaat	Gehalt des Rübensaftes					
12. April	11,2%	Bg.	8,5%	Zucker und	76	Zucker in 100 festen Theilen
28. „	11,5%	„	8,3%	„ „	72	„ „ „ „ „
12. Mai	11,7%	„	8,3%	„ „	71	„ „ „ „ „

Hier markirt sich mithin der Nachtheil einer späten Aussaat sehr deutlich in der ungünstigen Zusammensetzung des Saftes von spät gesäeten Rüben. Die Säfte der am 28. April und 12. Mai gesäeten Rüben zeigten bei der Untersuchung im Polarisationsrohre sehr bald eine Trübung, während der Saft der am 12. April gesäeten Rüben klar blieb. Nun lehrt die Erfahrung, dass Rüben, deren Saft bei der Beobachtung rasch trübe wird, sich schlecht in den Fabriken verarbeiten (wie ich bei meiner Reise durch die böhmischen Fabriken im Jahre 1857/58 vielfach beobachtet habe), und es liesse sich hieraus wohl folgern, dass unter gleichen Umständen früh gesäete und normal entwickelte Rüben stets leichter in den Fabriken zu verarbeiten sind und mehr Zucker als Handelswaare geben, als spät gesäete Rüben.

Marchand veröffentlichte *(Annales de l'agricult.)* ähnliche Versuche, die er folgender Art zusammenstellte:

Tag der Aussaat	Saftdichtigkeit in Proc. Bg.	Zucker Proc.	Andere feste Substanzen Proc.	Wasser Proc.	
5. Mai . .	16	12,5	7,3	80,2	100
10. Mai . .	15	11,5	5,7	82,8	100
25. Mai . .	13,6	10,5	5,6	83,9	100
5. Juni . .	12,6	8,9	5,6	85,4	100

Denselben nachtheiligen Einfluss haben nasse Jahrgänge, in denen der Regen stets eine neue Vegetation anregt, welche die Reinheit des Zuckersaftes beeinträchtigt, wie der Unterschied der Säfte vom 12. bis 26. September 1850 in meiner auf voriger Seite angeführten Tabelle nachweist. Grosse Regenmengen führen auch, ebenso wie das Abwelken und Abfallen der Blätter bei grosser Hitze, oft mitten in der Vegetation eine plötzliche Abnahme und nachfolgendes Wiedersteigen des Zuckergehaltes herbei. Dr. Bretschneider, der diesen Einfluss durch genaue Beobachtungen bestätigt (Zeitschrift für Rübenzuckerindustrie Bd. II, S. 580), weist deshalb mit Recht von Neuem auf die Wichtigkeit der Aufzeichnung meteorologischer Einflüsse hin.

Alle diese Daten über die günstige Wirkung eines recht langen Wachsthums werden ferner unterstützt von Dr. Bretschneider's Aufklärung verbreitenden Analysen (Zeitschrift für Rübenzuckerindustrie Bd. X S. 160), wo er detaillirt, wie in den späteren Vegetationsstadien die Bildung der festen unorganischen und organischen Stoffe der Rübe, mit Ausnahme des Zuckers immer mehr zurücktritt, so dass die Analyse einen immer geringeren Gehalt davon nachweist.

	In 100 Rübe waren	
	Aschenbestandtheile Proc.	Stickstoffhaltige Verbindungen Proc.
20. Juli	7,31	18,61
9. August	6,81	18,67
31. August . . .	6,66	15,06
15. September . .	5,02	14,74
30. September . .	4,33	13,92
16. October . . .	3,83	12,84

Die mineralischen Bestandtheile der Rübe verminderten sich hiernach am meisten um die Hälfte ihrer anfänglichen Menge, die Proteinstoffe um zwei Drittel. Könnte man nun durch eine Verlängerung der Vegetation über die Ernte hinaus ausserhalb der Erde, durch das sogenannte „Nachreifen" der Rübe, welches durch Liegenlassen der Rüben mit Blättern angeregt wird, eine ebensolche Saftverbesserung, wenn auch nur in geringem Maasse, bewirken, dann wäre für die Fabrication viel gewonnen! Jedenfalls verdient dieser Gedanke, wie schon früher gesagt, durch praktische Ausführung näher geprüft zu werden.

Wie die ältere, weiter entwickelte Rübe durch Mehrgehalt von Zucker und Mindergehalt an fremden Stoffen die jüngere Rübe übertrifft, so scheint auch in den meisten Fällen der Grössenunterschied gleichaltriger Rüben einen Unterschied der Qualität zu begründen, indem kleine Rüben gewöhnlich zuckerreicher und salzärmer sind als grosse. Herrmann fand:

Procente Zucker	in der schlesischen Rübe				in der sibirischen Rübe	
	11,4	9,4	9,5	7,4	5,9	5,1
bei einem Gewicht der Rüben von Unzen	6	13	23	45	16	40

Knapp giebt an, dass im europäischen Russland bis zum 50° nördlicher Breite

Rüben von	4— 8	Unzen Gewicht	10—13%	Zucker	enthalten
„ „	8—16	„ „	9—12%	„	„
„ „	16—32	„ „	8—11%	„	„
„ „	32—64	„ „	7—10%	„	„

Der Parlamentsbericht über die Irische Zuckerproduction (Zeitschrift für Rübenzuckerindustrie Bd. III, S. 32) führt an, „dass der procentische Zuckergehalt mit zunehmendem Gewichte der Rüben abnehme.“

Aus allen veröffentlichten Balling'schen Untersuchungen böhmischer Rüben stellte ich folgende Tabelle zusammen:

Gewicht der Rüben Pfd.	Mittel aus Untersuchungen. Zahl derselb.	Procentischer Zuckergehalt des Saftes	Relativer Zuckergehalt des Saftes in 100 festen Theilen
½ — 1½	28	13,5	80
1½ — 2	22	12,7	78
2 — 2½	23	12,2	79
2½ — 5	29	11,7	77
	102		

Aus dem Durchschnitte dieser 102 Untersuchungen Balling's, des einzigen Beobachters, der seit vielen Jahren gewissenhaft das Gewicht der untersuchten Rüben beifügt, erhellt demnach ebenfalls, dass im Allgemeinen Rüben von geringem Gewichte einen zuckerreicheren und an fremden Stoffen ärmern, also reinern Saft enthalten, als schwerwiegende Rüben.

Dieser Erfahrungssatz ist aber keineswegs eine feststehende Regel und gilt auch nicht für Rüben aus ungleichen Wachsthumsperioden, sondern nur für gleichaltrige, demselben Entwicklungsstadium angehörende Rüben.

So ergaben z. B. Balling's weitere Untersuchungen vom 29. August 1859 in

Rüben von 1—2 Pfd.	= 10,2% Zucker u.	73 Zucker	in 100 festen Theilen des Saftes.
„ „ 2—$2^1/_2$ „	= 7, % „	„ 60 „	

Hier ist also die 2 Pfd. schwere Rübe vom 29. August weniger zuckerreich, als nach voriger Tabelle die 3 Pfd. schwere Rübe vom October.

Grosse Rüben mit ebenso hohem Zuckergehalte, wie kleine, kommen als Ausnahmen vom Gewöhnlichen hie und da vor. In den 102 Untersuchungen z. B. ist der höchste Zuckergehalt von Rüben über $2^1/_2$ Pfd. = 15,16% und der kleinste von Rüben unter $1^1/_2$ Pfd. = 7%. Solche sporadische Erscheinungen können aber die allgemeinen Thatsachen nicht umstossen, die jetzt bereits in allen Ländern anerkannt sind. Auch Leplay führt bei der Untersuchung französischer Rüben an, dass „die kleinen Rüben gewöhnlich reicher an Zucker seien." Der Rübenerzeuger möge daraus den Schluss ziehen, dass es vortheilhaft ist, durch einen engen Stand der Rüben ihre Grösse soweit als thunlich zu beschränken. Der Stand der Rüben müsste immer proportional sein der Tragfähigkeit (dem Ammoniakgehalte (?)) des Feldes. Je weniger assimilirbare Stoffe im Acker vorhanden sind, in desto weiteren Zwischenräumen muss die Rübe gebaut werden; ist der Acker reich an nährenden Düngstoffen, wie Ammoniak und löslichen phosphorsauren Salzen, so müssen die Rüben entschieden dichter gesäet werden.

Das Bedecken der Rübenköpfe beim Behacken, das „Anhäufeln" der Rüben ist als ein den Zuckerertrag erhöhendes Verfahren wohl zu empfehlen, wenn es nur bis Mitte August vollständig beendet wird. Viele Fabricanten lassen ihre Rüben immer beim Behacken anhäufeln und mit Recht; denn es sollten bei der Rübencultur alle Mittel aufgeboten werden, so wenig als möglich Theile der Rübe aus der Erde wachsen zu lassen, da dieselben stets geringeren Werth für die Zuckerfabrication haben, als die in der Erde wachsenden Theile. — Wenn nun auch schon die eigenthümliche Structur der Rübe einen sogenannten „Kopf" immer bedingt, so ist es doch Aufgabe der Cultur, diesen Theil wenigstens nicht zu vergrössern und seinen ihm von Natur zukommenden unterirdischen Character möglichst zu erhalten. —

Eine von der gewöhnlichen Rübencultur, der Flachcultur, abweichende Culturmethode ist der Anbau der Rüben auf sogegenannten „Kämmen," das heisst auf aufgeworfenen oder erhöhten Erdschichten.

Man begründet ihre Anwendung mit der Ansicht, dass der Rübe mit mehr fruchtbarer Ackerkrume mehr assimilirbare Nahrung zugeführt werde, dass ferner die Sonne diese Hügel stärker erwärme und dadurch die Vegetation beschleunige, und endlich, dass in nassen Jahrgängen oder in nassen Lagen das Wasser rasch in die Tiefe sickere und dadurch die Rüben vor schädlicher Nässe bewahre.

Diese letztere wohlthätige Wirkung der Dammcultur belohnt sich indessen nur auf tief liegenden Feldern durch eine bessere Qualität der Rübe, bei hochgelegenen Ackerstücken mit durchlassendem Untergrunde erreicht man unter sonst gleichen Bedingungen mit der Flachcultur ebenso gute Resultate. Im Jahre 1861 untersuchte ich Rüben, die zu Korson in Süd-Russland auf ein und demselben hochgelegenen Ackerstücke nach beiden Culturmethoden gezogen waren. Ihr Saft hatte einen gleichen Durchschnittsgehalt von 14,8% Balling und 11% Zucker, also 74 Thln. Zucker in 100 Thln. fester Substanz.

Ganz anders waren die Resultate beider Culturen auf einem tiefgelegenen (sauren) Torfboden. Die Flachcultur ergab Säfte von 11,7% Balling und 6,7% Zucker, also 59 Thln. Zucker in 100 fester Substanz; die Dammcultur dagegen Säfte von 15% Balling und 10,9% Zucker, also 73 Thln. Zucker in 100 fester Substanz. In solchen Böden ist also die Dammcultur unter Umständen von sehr gutem Erfolge.

Werfen wir zum Schlusse dieses Capitels einen Rückblick über den ganzen Verlauf der Rübencultur, so müssen wir uns doch gestehen, dass wir bis jetzt nur sehr wenige von denjenigen Bedingungen erforscht haben, die unter allen Umständen Zuckerrüben mit der grössten Menge Zucker und der geringsten Menge Salze zu erzeugen im Stande sind. Rüben von 16 bis 18% Zuckergehalt gehören immer noch zu den Ausnahmen; aber warum sollte nicht diese Ausnahme endlich eine Regel werden können? Durch genaue Erforschung der Wachsthumsbedingungen solcher Rüben ihre Erzeugung unabhängig von zufälligen Einflüssen fest in die Hand zu bekommen und dadurch den Schwerpunct der Zuckerproduction auf das Feld zu verlegen: das ist die erste Aufgabe der Rübenzuckerfabrication, zu deren Lösung erst in neuester Zeit die ersten Schritte auf dem richtigen Wege gethan sind.

Die zweite im Folgenden abzuhandelnde Aufgabe der Rübenzuckerfabrication, den durch die Cultur in den Rüben erzeugten

Zucker in Handelswaare umzusetzen, ist viel einfacher, und wir sind ihrer Lösung entschieden weit näher; denn die Bedingungen der Zuckergewinnung sind länger und gründlicher studirt und deshalb weit allgemeiner bekannt und angewandt, als die Bedingungen der Zuckererzeugung auf dem Felde.

Beurtheilung der Rübe und Werth derselben, basirt auf ihre Zusammensetzung.

Die schlanke, birnenförmige Gestalt der Rübe ist wohl das erste Kennzeichen einer guten Rübe für den Praktiker, obschon Leplay behauptet, dass gabelförmig getheilte Rüben meistens zuckerreicher seien (?). Die Blätter der Rübe sind oft sehr verschieden, und viele Praktiker behaupten, nach der äussern Beschaffenheit der Blätter die Güte der Rübe beurtheilen zu können, indem sie besonders krause und gezackte Herzblätter für ein günstiges Merkmal halten. In der That habe ich sehr oft Proben gesehen, bei denen dieses Urtheil zutrifft, allein die Form der Blätter ist ganz abhängig von der Beschaffenheit des Bodens, in dem die Rübe wächst, und bietet jedenfalls kein Merkmal, nach dem ungeübte Leute in der Lage wären, die Qualität der Rübe zu fixiren. Es hat auch die Grösse des „Kopfes" oder des grünen Theiles der Rübe über der Erde Einfluss auf die Güte der Rübe für die Zuckerfabrication. Es befindet sich in demselben nicht nur weniger Zucker, sondern auch unreinerer Saft, d. h. ein solcher, aus dem weniger Zucker nur mit grösseren Opfern zu gewinnen ist; denn der Saft des Kopfes enthält nicht nur mehr „fremde Stoffe" ausser Zucker, sondern es ist auch die Natur dieser fremden Substanzen verchieden. Es ist bekannt, dass in dem Kopfe der Rüben neben Kali verhältnissmässig mehr Natron ist, als in dem übrigen Theile derselben. Ausserdem gehören eine feine weisse Schale, enge

concentrische Ringe, die nur $1/4$ bis $1/8$ Zoll Breite haben (Schacht), ein festes weisses Fleisch, ein wenig salziger Geschmack, oder das deutliche Hervortreten der Süsse wohl zu den augenscheinlichen Merkmalen, nach denen die Rübe oberflächlich beurtheilt wird. Zu einer genaueren Werthbestimmung ist es aber erforderlich, den ganzen chemischen Bestand der Rübe, also den Zuckergehalt und die ihn begleitenden fremden Stoffe ihrer Qualität und Quantität nach mit wissenschaftlichen Hülfsmitteln zu bestimmen.

Wäre der Saft der Rübe eine reine Zuckerlösung, so wäre die Gewinnung des Zuckers daraus ebenso einfach als wenig kostspielig, da eine einfache, in jedem Haushalte ausführbare Verdampfung der süssen Lösung hinreichen würde, den Zucker zur Krystallisation zu bringen, und wir würden in diesem Falle schwerlich grosse und kostspielige Etablissements nöthig haben, in denen mit vielem Aufwande von Intelligenz und Capital die „fremden Stoffe" des Rübensaftes, d. h. alle festen Substanzen desselben, welche nicht Zucker sind, abgeschieden werden müssen, damit sie die Auskrystallisation des Zuckers nicht hindern. Von wie bedeutender krystallisationshindernder Einwirkung die Salze sind, ergiebt sich aus der Thatsache, dass 1 Gewichtstheil Aetzkali die Auskrystallisation von 9 Gewichtstheilen Zucker verhindert. Die Proteïnstoffe des Saftes wirken aber noch schädlicher, indem sie durch Einleitung der schleimigen (oft auch weinigen und milchsauren, Hochstätter) Gährung eine Umwandlung des Rohrzuckers in unkrystallisirbaren Fruchtzucker veranlassen.

Die Praxis bestimmt daher den Werth der Rüben im Allgemeinen sowohl nach dem procentischen (oder absoluten) Zuckergehalte, d. h. nach dem in 100 Theilen Saft enthaltenen Zucker, als auch nach dem „relativen Zuckergehalte", d. h. nach dem in 100 Theilen fester Substanz des Saftes enthaltenem Zucker. Letztere Angabe ist der sogenannte Balling'sche Zuckergehaltsquotient.

Der absolute Zuckergehalt wird durch Polarisation des Saftes gefunden, der relative durch den Unterschied der Polarisations- und der Saccharometerangabe. Die Ermittlung der festen Substanzen des Saftes geschieht mit der Einsenkungsspindel, dem Saccharometer (Balling's oder Brit's Spindel), welches (freilich nicht ganz richtig, aber doch ohne erhebliche Differenzen) den Gehalt an fester Substanz in Procenten angiebt.

Der Balling'sche Zuckergehaltsquotient ergiebt sich also auf folgende Weise. Findet man einen Saft von 15,2% Bg., also von

15,2% fester Substanz neben 11,8% Polarisationsangabe, so sind in 100 Theilen fester Substanz (15,2 : 11,8 = 100 : 77) 77% Zucker, also 23% fremder Stoffe enthalten. Die Zahl 77 ist der Balling'sche Zuckergehalts- oder Reinheitsquotient; direct ausgedrückt ohne Berechnung auf 100 erscheint er als Bruch $= \frac{11,8}{15,2}$ oder = 0,77.

Diese Zahl, deren Kenntniss für die Beurtheilung der Rübe von grösster Wichtigkeit, bezieht sich immer nur auf 100 Theile Saft, nicht auf 100 Theile Rübensubstanz. Der Saftgehalt der Rübe beträgt meistens 95 bis 96% ihres Gewichtes und ist durch Auslaugen gewogener Rübenscheibchen mit hinreichendem Wasser und Wiederwiegen derselben im getrockneten Zustande leicht zu ermitteln.

Die Erfahrung hat nun gelehrt, dass die Säfte guter Rüben einen Reinheitsquotienten von mindestens 75 im Durchschnitt haben müssen, um bei dem jetzigen Stande der Dinge lohnend verarbeitet werden zu können. Derselbe variirt aber in der Praxis von 90 bis 66 und tiefer, wie sich aus meinen S. 130 u. f. aufgestellten Tabellen ergiebt. Man ersieht aus ihnen die Bedeutung des Quotienten als Werthmesser des Saftes, indem z. B. bei 10 Proc. Zuckergehalt des Saftes und einem Reinheitsquotienten von 87 der Werth der Rübe 5 Sgr. 10 Pf. ist; während bei demselben Zuckergehalte des Saftes von 10 Proc. und einem Reinheitsquotienten von 70 der effective Werth derselben nur 1 Sgr. 8 Pf. beträgt, unter übrigens gleichen Verhältnissen. Da nun der Rübensaft im ersteren Falle 6,4° Beaumé und im zweiten 8° Beaumé zeigte, so ist klar, dass der Werth des Rübensaftes nicht immer nach dem Gehalte desselben an fester Substanz, nach seiner Grädigkeit abzuschätzen ist. Mir sind Fälle vorgekommen, wo aus Saft von 9° Beaumé weniger fester Zucker gewonnen wurde, als aus Saft von 7° Beaumé, weil ersterer weit mehr fremde Stoffe enthielt. In uncultivirtem Boden (in Russland, Ungarn) sind diese Fälle nicht selten.

Um diesen Reinheitsquotienten der Rübensäfte und Zuckerlösungen überhaupt durch das Polarisations-Instrument allein zu finden, kann man sich einer Spindel von 12 Proc. B. = 1,0488 specif. Gewicht bedienen (welche Schmidt in Berlin und Lenoir in Wien sehr genau liefern), indem man den zu untersuchenden Rübensaft genau bis zu diesem specif. Gewichte verdünnt und ihn dann (nach Behandlung mit Bleiessig und Zuzählung von 10 Proc. dafür zum erhaltenen Resultate) im Polarisations-Instrumente der Beobachtung unterwirft. Reine Raffinade verursacht bei der Dichtigkeit von 1,0488 (der Hälfte von 1,1 Ventzke)

eine Verschiebung von 50 Grad, oder in einer Lösung doppelter Dichte = 100 Proc. Reinheit. Je geringer die Drehung, desto geringer der Zuckergehalt in 100 festen Theilen; Melasse z. B. zeigt $22\frac{1}{2}^0$ Drehung, welche $\times 2 = 45\%$ Zucker als Reinheitsquotient ergeben. Diese Methode ist vorzüglich anwendbar bei den Rübensäften in den verschiedenen Stadien ihrer Verarbeitung in der Fabrik, und man nennt den nach ihr gefundenen Reinheitsquotienten: „Ventzke's Zucker in 100 festen Theilen."

Die zuerst beschriebene Ermittlung des Zuckergehaltsquotienten als „Zucker in 100 Theilen Spindelangabe" kann niemals ganz genau sein, da die Procente der Brix'schen oder Balling'schen Spindel nur Zuckerprocente in reinen Zuckerlösungen anzeigen, also für den Gehalt eines Saftes an Salzen wegen ihres höhern specifischen Gewichtes mehr Procente angeben, als dem wirklichen Salzgehalte entspricht. — Nach meinen und Terlach's Versuchen werden durch 1 Procent Salze oder Säuren folgende Spindelangaben bewirkt.

1 Substanz + 99 Wasser	nach Walkhoff		nach Gerlach	
	zeigen an Ballings oder Brix's Spindel Proc.	specif. Gewicht	Balling Proc.	specifisches Gewicht
1 Proc. kohlensaures Kali	2,15	1,0086	2,285	1,00914
1 Proc. Aetzkali	2,2	1,0088	—	—
1 „ „ durch Salzsäure neutralisirt	2,6	1,0104	—	—
1 Proc. Aetzkali durch Phosphorsäure neutralisirt	3,9	1,0156	—	—
1 Proc. salpetersaures Kali	1,55	1,0062	1,602	—
1 Proc. Aetzkali durch Citronensäure neutralisirt	2,75	1,0110	—	—
1 Proc. schwefelsaures Kali	2	1,0080	2,050	—
1 „ kohlensaures Natron (Handelswaare)	2,1	1,0084	2,625	1,01050 (rein)
1 Proc. phosphorsaures Natron . .	1,1	1,0044	—	—
1 „ Chlornatrium (Kochsalz) .	1,75	1,0070	1,812	1,00725
1 Proc. salpetersaures Natron . . .	1,57	1,0063	—	—
1 „ schwefelsaures Natron (Handelswaare)	1,00	1,0040	2,277	—(rein)
1 Proc. Phosphorsäure	1,00	1,0040	—	—
1 „ Oxalsäure	0,96	1,0038	0,98	—
1 „ Magnesia	1,1	1,0044	2,517	—
1 „ Salpeter	1,58	1,00635	1,6	1,00641
1 „ Chlorcalcium	—	—	2,131	—
1 „ Chlorkalium	—	—	1,625	—
1 „ Salmiak	—	—	0,787	—
1 „ Chlormagnesium	—	—	2,112	—
1 „ Weinsäure	—	—	1,000	—

Bei den meisten Salzen zeigt also die Spindelanzeige einen höheren Procentgehalt an fester Substanz, als die Lösung wirklich enthält. Die nach unserm Beispiele auf Rechnung fremder Stoffe kommende Differenz von 3,4 Proc. Spindelanzeige (aus 15,2 — 11,8) muss daher auf einen diesem Mindergehalte entsprechenden geringeren Betrag reducirt werden, damit sie den wahren Gehalt an fremder Substanz angebe.

Im zweiten Theil des praktischen Rübenzuckerfabricanten nahm ich an, dass im Durchschnitt 1,6 Proc. Spindelanzeige einem wirklichen Procente Salze in der Lösung entsprechen; da aber ausser Salzen in Rübensäften noch Proteïnstoffe sich vorfinden, so glaubte ich, gestützt auf praktische Versuche im Jahre 1858, 1,25 Proc. Anzeige = 1 als Reductionszahl vorschlagen zu müssen (im Reisebericht); Bádal fand eine ähnliche Zahl. Eine für alle Fälle absolut richtige Reductionszahl ist wegen der so grossen Verschiedenheit der fremden Stoffe in verschiedenen Rüben unmöglich, und wir können den effectiven Substanzgehalt (oder das Ergebniss an trockenen Stoffen) in Rübensäften nur dann erfahren, wenn wir ihn durch Eintrocknen einer gewogenen Menge von Rübensaft ermitteln (Otto, Bádal).

Vorausgesetzt, dass bei dieser Eintrocknung keine Zersetzungen des Rübensaftes stattfinden, so wird durch ihr Ergebniss der Gesammtgehalt an Saftbestandtheilen, hier z. B. = 14,75 Proc. (anstatt 15,2), richtiger ermittelt als durch die Spindelanzeige, und jener Rübensaft hätte hiernach einen effectiven Reinheitsquotienten von $\frac{11,8 \cdot 100}{14,05} = 80$ Theilen Zucker in 100 festen Theilen, während der früher berechnete, der „scheinbare" = 77 in 100 Theilen fester Substanz ergab. Trotz seiner nur annähernden Richtigkeit wollen wir den scheinbaren Zuckergehaltsquotienten in diesem Werke allen unseren Berechnungen zu Grunde legen, weil man in der Praxis meistens nur diesen ermittelt und mit ihm rechnet. Haben wir nun die Menge der fremden Stoffe richtig ermittelt, so fragen wir: Wie viel sind davon Proteïnstoffe, wie viel Salze, und woraus bestehen diese Salze? Das quantitative Verhältniss zwischen dem Salz- und Proteïnstoffgehalt lässt sich annähernd nach weiter unten zu beschreibenden Methoden leichter ermitteln, als die Natur der Salze selbst, deren genaue qualitative Bestimmung immer eine exacte chemische Analyse erfordert. Aber gerade die Art der in der Rübe gelösten Salze ist für die Praxis sehr wichtig, da diese je nach ihrer verschiedenen Zusammensetzung in sehr ungleichem Grade durch Knochenkohle absorbirt werden, wie ich zuerst 1861 zeigte. Einige Salze werden nämlich gar nicht absorbirt, während andere von der Knochenkohle bis zu 30% abgeschieden werden können; erstere sind deshalb weit schädlicher für die Fabrication und müssen weit sorgfältiger vermieden werden, als letztere. Der Werth der Rüben darf also nicht nur nach der Quantität der im Safte enthaltenen Salze, sondern muss hauptsächlich nach deren Qualität beurtheilt werden;

ebenso ist der Werth eines Düngstoffes nicht abhängig von der Menge Salze, die durch ihn in die Rüben kommen, sondern von der Art derselben, davon, ob er leicht oder schwer zu absorbirende Salze in die Rübe bringt. So z. B. führt Dr. Paul Bretschneider in der Vereinsschrift für Rübenindustrie Bd. XI, S. 576 an, „dass bezüglich „des Aschengehalts der Rüben wiederum der Stalldünger (dann „phosphorsaurer Kalk) die aschenreichsten Rüben producirt habe, „während der Natronsalpeter, dem von Seiten der Zuckerfabricanten immer das üble Gerücht nachgeht, als würden unter seinem „Einflusse schwer zu verarbeitende Rüben gewonnen, die an Aschenbestandtheilen ärmsten Rüben gab! Man überblicke ferner die „Quantitäten der anderweitigen Verbindungen, welche sich für Natronsalpeter ergeben haben, und man wird zu der Ueberzeugung gelangen, dass auch diese keine Veranlassung geben können, das Urtheil vieler Zuckerfabricanten über die mit Natron gedüngten Rüben „zu bestätigen".

Herr Dr. Bretschneider urtheilt von seinem Standpunkte als Rübencultivateur unbedingt richtig; aber der Rübenzuckerfabricant wird dennoch nicht zur Ueberzeugung des übrigens sehr geistreichen Herrn Verfassers gelangen, und zwar deshalb, weil er jene 0,726 Proc. meist aus Natronverbindungen bestehender Salze nicht aus dem Safte abzuscheiden vermag — weder durch die Kalkscheidung, noch durch Filtration —, weil in Folge davon sich die Rüben schwer verarbeiten lassen. Dagegen wird es ihm leicht, von den 0,782 Proc. Salzen, die eine Düngung mit phosphorsaurem Kalke in die Rüben bringt, circa 30 Proc. theils durch die Scheidung mit Kalk, theils und hauptsächlich durch die Filtration zu beseitigen. Es bleiben ihm daher nur noch (70 · 0,782 =) 0,547 Proc. schädlich wirkend, also bedeutend weniger als bei Natronsalpeter, und der Zuckerfabricant sagt mit Recht, die Rübensäfte verarbeiten sich gut.

Die schädliche Einwirkung dieser 0,7 Proc. Salze wäre nun geringer oder grösser, je nachdem Kali oder Natron darin vorherrschte. Kali, sagt man, mache 4 Theile Zucker unkrystallisirbar, Natron hingegen 11 Theile Zucker. — Nehmen wir nun an, dass in 0,7 Proc. Asche z. B. 0,4 Proc. Kali und 0,1 Proc. Natron vorhanden wären, so würden dadurch

$$\begin{array}{r} 0{,}4 \cdot 4 = 1{,}6 \\ \text{und } 0{,}1 \cdot 11 = 1{,}1 \\ \hline \text{in Summa} = 2{,}7 \text{ Theile Zucker} \end{array}$$

ungewinnbar gemacht. Enthielte die Asche dagegen 0,2 Proc. Kali und 0,3 Proc. Natron, so würden dadurch

$$\begin{array}{r} 0{,}2 \cdot 4 = 0{,}8 \\ + \ 0{,}3 \cdot 11 = 3{,}3 \\ \hline \text{in Summa} = 4{,}1 \text{ Theile Zucker} \end{array}$$

praktisch ungerinnbar gemacht. Und in den meisten Fällen wird das Natron in den mit Natronsalpeter gedüngten Rüben der Menge nach überwiegen!

Solche Daten, wenn sie auch nur annähernd richtig sind, weisen den Rübencultivateur mit Entschiedenheit darauf hin, dass er die Düngstoffe in solchen Verbindungen anwende, in welchen sie der Zuckerkrystallisation nicht hinderlich sind. Durch häufige Prüfungen möge er sich von dem Einflusse der verschiedenen Salze, von dem jedesmaligen Werthe der Rübe beim Vorherrschen dieses oder jenes Salzes überzeugen.

Wenn Dr. Grouvens in seinen übrigens nicht hoch genug zu schätzenden Beiträgen zur Düngungslehre (87. Lieferung S. 64 der Vereinsschrift für Rübenindustrie) sagt: „Denn welcher von den Zuckersiedern, die so gern urtheilen, bestimmt jemals oder kann überhaupt bestimmen die Menge der Salze in einem Safte so exact, „wie es zu einem Urtheile darüber nöthig ist?" so kennzeichnet dies den Standpunkt, der nur die Menge der Salze (oder Asche vielmehr) in Berücksichtigung zieht. Nicht der Gehalt an Salzen aber allein ist maassgebend, sondern in welchem Verhältnisse sich dieselben abscheiden lassen; das sollte der Agricultur-Chemiker, der sich mit Rübenculturversuchen beschäftigt, nie vergessen, und so lange dies nicht in Berücksichtigung gezogen wird, muss er eben der Erfahrung der Herren Siedemeister einige Achtung zollen, wenn sie z. B. sagen, dass sich Rüben, die salpetersaure Salze enthalten, schlecht verarbeiten oder dergl.

Wenden wir uns nun zur Zusammensetzung der Rübe im Besonderen. Sie ist bekanntlich nach Samen, Boden, Cultur, Düngung, Fruchtfolge und climatischen Einflüssen so verschieden, dass oft ein Rübensaft bei directem Eindampfen recht weissen Zucker geben

könnte, während er anderntheils oft den Ausspruch veranlasst hat: „Eine schlechte Rübe ist umsonst zu theuer".

Der Zucker ist der Hauptbestandtheil der Rübensäfte; er variirt in denselben von 9 bis 18 Proc. und lässt sich durch Polarisation und andere Mittel, welche in einem besondern Abschnitte abgehandelt werden, leicht bestimmen. Kein rationeller Fabricant entbehrt wohl heute dieser unentbehrlichen Hülfsmittel. Die Salze der Rüben, oder der Gehalt an Alkalien (Kali und Natron), an alkalischen Erden (Kalk und Magnesia), an Metalloxyden und feuerfesten Säuren werden durch Eindampfen am besten von 1000 Gran Rübensaft in einer Platinschale bis zur Trockne und Glühen des Rückstandes bis zur vollkommenen Veraschung bestimmt. Bei der Veraschung hat man die Vorsicht anzuwenden, die Temperatur nicht rasch bis zum Schmelzpunkte zu steigern. Fresenius empfiehlt, zur Beförderung des Luftzuges über der Platinschale einen gewöhnlichen Lampencylinder anzubringen. Balling hat ein beständiges schwaches Einblasen von Luft durch Wasserdruck mit Glück angewendet. Auch soll ein zeitweiliges Bespritzen der Kohlen oder des halbveraschten Rückstandes mit destillirtem Wasser die Schnelligkeit des Veraschens befördern, was aber nur mit der grössten Vorsicht geschehen darf, wenn nicht ein Verspritzen das ganze Resultat in Frage stellen soll. Die so erhaltene Asche des Rübensaftes variirt von 0,5 bis 1,2 Proc.; sie bietet jedoch nur einen annähernden Maassstab der Menge Salze, die effectiv im Safte der Rüben enthalten sind. — Die Basen der Asche sind im Safte theils mit unorganischen, theils mit organischen Säuren zu Salzen verbunden. Die organischen Säuren verbrennen beim Einäschern und bilden dabei viel Kohlensäure, die grösstentheils mit den Alkalien in Verbindung tritt.

Da die Pflanzensäuren nun grössere Mischungsgewichte haben, als die Kohlensäure; da ferner die mit Pflanzensäuren verbunden gewesenen alkalischen Basen im freien Zustande, in welchem sie beim Einäschern zum Theil zurückbleiben, weniger wiegen als vorher in Verbindung mit Säuren: so muss auch das Gewicht der Salze im Rübensafte immer grösser sein, als das Gewicht der aus dem Safte resultirenden Asche; beide Gewichte müssen aber in einem mehr oder weniger bestimmten Verhältnisse zu einander stehen, so dass es möglich ist, aus der Menge der gefundenen Asche auf die Menge der Salze im Safte zu schliessen.

In welchem quantitativen Verhältnisse jedoch die Asche zu dem Salzgehalte jedesmal steht, dürfte schwer zu ermitteln sein. Otto liefert dazu einige Beiträge, indem er angiebt, dass für 100 neutrales citronensaures Kali im Safte etwa 50 kohlensaures Kali in die Asche kommen, für 100 oxalsaures Kali etwa 83 kohlensaures Kali.

Man hat auch vorgeschlagen, den Saft einzutrocknen, zu verkohlen, dann auszulaugen mit destillirtem Wasser, diese Auszugsflüssigkeit einzudampfen und den Rückstand einzuäschern. Man will damit sicherere und genauere Daten erhalten haben. Ein anderer Vorschlag ist, diesen Auszug, der alle Salze des Saftes enthält, auf das ursprüngliche Volumen der untersuchten Saftmenge zu bringen und mit Balling's oder Brix's Spindel zu prüfen. Dadurch erführe man direct, in jedem Falle, wie viele Saccharometerprocente des Saftes auf Rechnung der Salze kämen, und könnte dann die Differenz für Proteïnstoffe und Extractivstoffe anrechnen (eventuell auch für organische Säuren der Salze, die bei der Verkohlung in kohlensaure Alkalien zerlegt werden). Z. B. es habe ein Saft

15,2 Proc. Bg. an der Spindel gezeigt und

11,8 „ Zucker wären darin nachgewiesen worden, dann kämen

3,4 „ Spindelanzeige auf Rechnung fremder Stoffe organischen und unorganischen Ursprunges. Wenn nun die nach obiger Methode erhaltene Auszugsflüssigkeit z. B.

2,2 „ Spindelanzeige auf Rechnung der Salze angäbe, so blieben

1,2 Proc. Spindelanzeige für Proteïnsubstanzen und Extractivstoff (angenommen, dass die organischen Säuren der Salze unzersetzt bleiben). Dieses Verfahren wäre sehr einfach, wenn sich die Verkohlung des eingedampften Saftes ohne Zersetzung der Salze mit organischen Säuren ausführen liesse; es ist aber sehr wahrscheinlich, dass die pflanzensauren Salze bei dem Verkohlungsprocesse grösstentheils in kohlensaure Alkalien verwandelt werden, dass deshalb die Spindelanzeige zu klein ausfällt. Jedenfalls kann diese Methode nur dann annähernd richtige Resultate geben, wenn die Verkohlung möglichst vorsichtig unter Vermeidung zu hoher Temperatur ausgeführt und die verkohlte Masse vollständig ohne Verlust extrahirt wird.

Die Asche des Rübensaftes enthält nur 70 bis 80 Proc. in Wasser lösliche Theile, welche die an verschiedene Säuren gebunden gewesenen (oder noch gebundenen) Alkalien repräsentiren; während der un-

lösliche Rückstand derselben aus kohlensaurem und phosphorsaurem Kalk, Magnesia, Eisenoxyd, Kieselerde etc. besteht (Hochstetter).

Balling hat den Aschengehalt zu dem Zucker des Saftes in ein Zahlenverhältniss gebracht, das er den „Salzgehaltsquotienten" nennt. Bei guten Rüben kommen auf 100 Zucker 3 Theile Asche; wenn auf 100 Zucker 10 Theile Asche kommen, sind die Rüben sehr schlecht zu verarbeiten.

Eiweissartige stickstoffhaltige Körper. Die „Proteïnsubstanzen" scheinen in den Rüben in den verschiedensten Mengen vorzukommen. Michaëlis führt dieselben zu $^4/_{1000}$ bis $^5/_{1000}$ des Saftes an, während Payen, Péligot, Hochstetter und Andere über 1 Proc. darin fanden.

Hochstetter theilt die stickstoffhaltigen Körper des Rübensaftes in

a) Pflanzeneiweiss, welches beim Erwärmen über 60° gerinnt, aber von freien Alkalien wieder etwas gelöst wird;
b) eine stickstoffhaltige Verbindung (die schwarz werdende nach Michaëlis), welche aus der Luft Sauerstoff aufnimmt und als schwarze Substanz auftritt. Durch Zusatz eines Kalksalzes, z. B. Chlorcalcium, soll dieser Körper aus dem rohen Rübensafte ausgefällt werden;
c) eine stickstoffhaltige leimartige Substanz, durch Kalkwasser fällbar;
d) eine stickstoffhaltige Materie, durch Bleiacetat fällbar;
e) durch salpetersaures Quecksilberoxyd fällbare Substanzen.

Bei der ausserordentlich leichten Zersetzbarkeit dieser Substanzen sind sie für die Zuckerfabrication als Erreger der schleimigen Gährung, welche den Zucker verwandelt und so die Ausbeute gleichzeitig verringert und verschlechtert, von der höchsten Wichtigkeit. Die rasche und leichte Bestimmung derselben würde für die rationelle Praxis höcht erwünscht sein, indem man dann die Menge dieser Feinde der Zuckergewinnung vorher bestimmen und danach die nöthigen Mittel zu ihrer Bekämpfung frühzeitig anwenden könnte. Ein solches Verfahren fehlte aber bisher, ich will daher im Folgenden versuchen, die quantitative Ermittelung derselben für die Praxis zu erleichtern.

Die Proteïnstoffe bilden bekanntlich mit Gerbstoff unlösliche Verbindungen; man kann also durch gerbstoffhaltige Lösungen (Tannin-

oder Catechulösung, Galläpfelaufguss) die Proteïnstoffe des Rübensaftes leicht abscheiden und ihre Menge bestimmen. Auf diese Fällbarkeit der Proteïnstoffe gründete ich meine Methode.

Man bedarf zu einer solchen Bestimmung nur einer Normallösung von 1 Grm. reinem Tannin in 1000 Grm. destillirtem Wasser (1 Liter). Man kann auch eine Lösung von 10 Grm. Tannin in 1000 Grm. Wasser, also eine einprocentige Lösung anwenden; aber eine verdünntere Lösung ist anwendbarer, weil sie eine leichtere und raschere Abscheidung des Niederschlags bewirkt. — Diese $^1/_{10}$ procentige Lösung tropft man nun nach und nach, vor jedem neuen Zutröpfeln das vollständige Abscheiden des Niederschlags durch Schütteln bewirkend, in ein Gemisch von 10 Cubikcentimetern (resp. 1 Cubikcentimeter) Rübensaft mit 100 Cubikcentimetern destillirtem Wasser und 10 Cubikcentimetern (resp. 1 Cubikcentimeter) Alaunlösung, welches man in einer Porcellanschale über der Spirituslampe erwärmt hat. Die Tanninlösung bringt sehr bald eine Trübung hervor, welche durch den zugesetzten Alaun rasch in Flocken zusammengezogen wird, die sich in der dünnen Lösung bald abscheiden. — So lange nun überhaupt Proteïnsubstanzen im Safte sind, so lange wird das Tannin mit ihnen unlösliche Verbindungen in Form von Flocken eingehen. Wenn nun die Proteïnsubstanzen vollständig durch Tannin ausgefällt sind, so wird eine fernere Zugabe der Gerbstofflösung denselben im Ueberschuss in der Lösung erscheinen lassen, und es handelt sich nur noch darum, den Punkt zu erkennen, wann dieses Ausfällen vollständig beendet ist. Dieser Punkt ist glücklicher Weise sehr leicht zu erkennen vermöge der Eigenschaft des Gerbstoffes, mit Eisenoxydsalzen eine schwarzblaue Färbung (Tinte) hervorzubringen. Man hat also nur nöthig, von Zeit zu Zeit mit einer fein zugespitzten Pipette aus der klar sich abscheidenden Lösung der Porcellanschale einen Tropfen auf Porcellan zu geben zu einem Tropfen Eisenchloridlösung. Entsteht keine Färbung, so muss man noch Gerbstofflösung zutröpfeln; entsteht aber eine Färbung, so ist dies ein Zeichen, dass schon Gerbstoff im Ueberschuss vorhanden ist, die Proteïnsubstanzen mithin alle ausgefällt sind.

Da es von Wichtigkeit ist, Nichts von dem flockigen Niederschlage (welcher Gerbstoff enthält) mit zu dieser Probe zu nehmen, so kann man, sobald eine Färbung eintritt, zu grösserer Sicherheit etwas von der geprüften Saftflüssigkeit filtriren und das Filtrat noch einmal mit Eisenchloridlösung prüfen, um dadurch zu constatiren, dass

nicht der Gerbstoff des Niederschlags, sondern in Lösung befindlicher Gerbstoff die Färbung bewirkt hat. Der Vorgang ist höchst einfach und bald beendigt. Die Rechnung ist ebenfalls bald gemacht. Gesetzt, man habe zu 10 Cubikcentimetern rohen Rübensaftes 670 Cubikcentimeter der $^1/_{10}$ procentigen Gerbstofflösung verbraucht, so entspräche das für 100 Cubikcentimeter Rübensaft einem Verbrauche von 6700 Cubikcentimetern Gerbstofflösung desselben Gehaltes. 1000 Grm. dieser Lösung enthalten 1 Grm. Tannin, 6700 Cubikcentimeter (= Grammen) enthalten also 6,7 Grm., die man zum Ausfällen der Proteïnstoffe aus 100 Cubikcentimetern nöthig gehabt hat. Da nun 6 Theile trockenes Tannin einen Theil Eiweiss (trocken gerechnet) fällen, so sind wenigstens ($6 : 6{,}7 = 1 : x$) = 1,11 Proc. Eiweiss im Safte gewesen, oder eine Menge stickstoffhaltiger Körper, die dieser Eiweissmenge nahezu äquivalent ist.

Wenn auch die Gerbstofflösung vielleicht nicht alle stickstoffhaltigen Verbindungen fällt, so dürfte doch wohl anzunehmen sein, dass der Stickstoffgehalt der Rübensäfte proportional ist der zum Fällen der Proteïnstoffe verwandten Menge an Gerbstoff, dass also ein Saft um so schlechter zu verarbeiten sein wird, je mehr Gerbstoff er zur Fällung seiner Stickstoffbestandtheile bedarf.

In einem späteren Capitel wird die Bestimmung der organischen Substanzen in Rübensäften ausführlicher besprochen werden.

Wenn man sich nun auch nach dem Vorhergehenden eine rasche Uebersicht über die Hauptgruppen der verschiedenen Stoffe in Rübensäften verschaffen kann, so sind damit immerhin die speciellen Eigenschaften derselben noch nicht definirt, und eine vollkommen rationelle Werthbestimmung der Rübe als Material zur Zuckerfabrication ist nur auf Grundlage genauer detaillirter Analysen möglich, welche aber für die Praxis viel zu umständlich und deshalb nicht anzurathen sind. Man begnügt sich also mit einfachen Untersuchungen, die mit Hülfe erfahrungsmässig festgestellter Berechnungen rasch einen annähernd sicheren Aufschluss über die Menge der zu erzielenden Handelswaare geben.

Früher schätzte man die Menge des aus den Rüben zu gewinnenden Zuckers proportional der Menge Zucker, die in den Rüben enthalten ist. Auf diese Annahme gründete z. B. Schatten früher seine Formeln, die wohl vielen Lesern bekannt sind, und zahlreiche Fabricanten stimmten mit ihm überein, weil sie unter ähnlichen Localverhältnissen übereinstimmende Erfahrungen machten, also auch gleiche

Theorien haben mussten. Diese anscheinend rationelle Basis genügte auch für einige bestimmte Bezirke, wo die Rübe gerade von einer guten Beschaffenheit war, die nur in den verschiedenen Jahrgängen etwas variirte. Aber die Vergleichung der Resultate verschiedener Länder mit einander bewies, dass selbst bei vollkommen gleichen Arbeitsmethoden jene Schlüsse nicht immer zutreffend seien, und dass zur Vorhertaxirung der Ausbeute noch andere Factoren mit in Rechnung gezogen werden müssen, die offenbar einen grossen Einfluss bei der Fabrication ausüben. Es sprach sich dieser Unterschied in der Ausbeute nicht so sehr in der Menge der gewonnenen Füllmasse (krystallisirten Zuckermasse) aus, als in dem Gewichtsverhältnisse zwischen festem Zucker und Syrup in dieser Füllmasse. Denn das Gewichtsverhältniss dieser an Werth so ungleichen Substanzen war oft ein sehr verschiedenes bei Füllmassen aus Rüben von gleichem Zuckergehalte. Dadurch kam ich auf den Gedanken, dass die Menge der „fremden Substanzen“ oder der Salze und Proteïnstoffe jedesmal mit in Betracht gezogen werden müssen bei der Vorherbeurtheilung des Ertrages an festem Zucker, und dass die Menge der in jedem Falle sich bildenden Melasse in einem annähernd bestimmbaren Gewichtsverhältnisse abhängig sei von der Menge „fremder Substanzen“ im rohen Rübensafte, obgleich auch die Qualität dieser fremden Substanzen eine sehr verschiedene Ausbeute an Melasse bedingen kann, wie man bereits erfahrungsmässig festgestellt hat, ohne diesen Zusammenhang bis jetzt durch exacte wissenschaftliche Untersuchungen begründet und erklärt zu haben.

Zur Vorherermittelung der Zuckerausbeute aus 100 Rüben berechnete ich erst die zu erwartende Menge Füllmasse (siehe a. a. O.) und daraus die Menge Melasse, die nothwendig gebildet werden musste, entsprechend dem Gehalte des Saftes an fremden Substanzen (die auch wohl die syrupbildenden genannt werden). Die Ausbeute an Melasse wurde früher auch proportional dem Zuckergehalte des Saftes angenommen (wie Schatten's Tabellen nachweisen); ich bestimmte sie unabhängig von demselben nach der Grösse der sie bedingenden Ursachen. Die ersten Berechnungen veröffentlichte ich im Jahre 1858 (Vereinsschrift für Rübenzuckerindustrie Bd. VIII. und Reisebericht in Böhmen. Prag 1858, woraus sie in andere Werke, wenn auch ohne Angabe der Quelle, übergingen); das Resultat derselben sei hier in kurzen Worten mitgetheilt.

Die Menge „fremder Substanzen“ in Rübensäften wird, wie frü-

her bemerkt, scheinbar aus der Differenz der Spindelanzeigen und des wirklichen Zuckergehaltes ermittelt. Aus dieser Differenz kann man das wirkliche Gewicht der fremden Substanzen annähernd durch eine nach localen Verhältnissen jedesmal zu ermittelnde Reduction von z. B. 1,25 : 1 berechnen. Z. B.

	15,2	Proc.	Bg. Spindelanzeige
minus	11,8	„	Zucker
bleibt	3,4	Proc.	Differenz der Spindelanzeige (vergl. S. 119).

Diese 3,4 Proc. Spindelanzeige entsprechen nach dem Verhältnisse 1,25 : 1 = (1,25 : 1 = 3,4 : x) = 2,72 Proc. „Nichtzucker“ oder „fremder Substanz“ in 100 Theilen Saft.

Otto empfiehlt zur Reduction der Spindelanzeige in wirkliche Gewichtsprocente Nichtzucker die Multiplication der ersteren mit 0,8, welcher Factor in unserem Falle ebenfalls $(3{,}4 \times 0{,}8) = 2{,}72$ Proc. Nichtzucker ergiebt. Ueberhaupt stimmen beide Rechnungsmethoden überein, da Division mit $1{,}25 = \frac{5}{4} = \frac{10}{8}$ in unserem Falle gleich ist der Multiplication mit $\frac{8}{10} = 0{,}8$ nach Otto.

Diese Verhältnisszahl wird bei der ungleichen Beschaffenheit der Rüben eine sehr verschiedene sein (vergl. S. 119), und es wird erst noch zahlreicher quantitativer Bestimmungen aller Saftbestandtheile bedürfen, ehe sich ein allgemein gültiges, für alle Fälle zutreffendes Gesetz über das Quantitätsverhältniss des Nichtzuckers zum Zucker im Safte, wie über das Verhältniss der Salze und Proteïnstoffe unter einander im Nichtzucker feststellen lässt. Letzteres Verhältniss wird bei derselben Menge Nichtzucker in verschiedenen Rüben wahrscheinlich sehr variiren, und die Wichtigkeit der Ermittelung desselben lässt sich nicht verkennen, wenn man bedenkt, wie ein Theil Salze oft ganz andere Mengen Melasse bedingt, als ein ebenso grosser Theil Proteïnstoffe.

Die hier folgenden Tabellen weisen diesen getheilten Einfluss noch nicht nach, sie geben nur Ausweis über Gehalt des Saftes an „fremden Stoffen“ und über die Gesammtwirkung derselben auf die Ausbeute der Fabrication an Zucker und Melasse.

Bei einer Differenz an Balling's Spindel auf Rechnung fremder Stoffe in 100 Saft von	Kommen auf 100 Theile Rübe folgende Differenzen an Balling's Spindel	Die im Verhältniss von 1,25 : 1 reducirt, ergeben an wirklichen Procenten in 100 Rübe
1,5	1,44	1,152
2	1,92	1,536
2,5	2,40	1,920
3	2,88	2,300
3,5	3,36	2,688
4	3,84	3,072
4,5	4,32	3,464

Da diese Differenzen in der That in der Praxis beobachtet sind, so ist es interessant, die Herren Rübencultivateure darauf aufmerksam zu machen, wie wenig Salze und Proteïnstoffe an einigen Orten in den Rüben vorkommen, wie wenig dieser Stoffe also auch zu ihrem Gedeihen erforderlich scheinen, während an anderen Orten das Doppelte und Dreifache derselben in den Rüben gefunden wurde.

Noch wichtiger aber wird die Betrachtung dieser Zahlen, wenn wir die folgende Tabelle betrachten, aus der wir den Einfluss annähernd in Zahlen verdeutlicht sehen, den der Gehalt an fremden Stoffen in der Rübe auf die Zuckergewinnung übt.

Bei 88 Proc. Saftausbeute und gleichem Zuckergehalte desselben in allen Fällen:

wenn der Saft eine Differenz an Balling's Spindel auf Rechnung fremder Stoffe zeigt von Proc.	bleiben an fremden Substanzen in wirklichen Procenten		geht Zucker verloren oder ist ungewinnbar Proc.	wird Melasse gebildet Proc.
	im Safte	in der Füllmasse		
1,5	1,013	0,608	0,536	1,1
2	1,350	0,810	0,820	1,7
2,5	1,689	1,014	1,105	2,2
3	2,027	1,216	1,389	2,8
3,5	2,265	1,419	1,672	3,4
4	2,703	1,621	1,455	4
4,5	3,048	1,829	2,246	4,6

Aus der Betrachtung dieser Zahlen erhellt evident, wie wichtig es ist, dass der Rübencultivateur die Erzielung einer salzarmen Rübe sich zum Ziele setzt, da aus einer solchen eine grössere Menge krystallisirten Zuckers neben weniger Melasse, und zwar mit grösserer Leichtigkeit und geringeren Kosten gewonnen wird; denn der Aufwand an Knochenkohle und die Bodenarbeit ist bei salzarmem Safte nicht unbedeutend geringer, als bei salzreichem.

In der That haben viele Fabriken ein Renommée nur deshalb, weil ihnen solche vorzügliche Rüben zu Gebote stehen, und es ist gewiss, dass ebenderselbe technische Betrieb, dieselbe Intelligenz der Leitung mit einem ungünstigeren Rohstoffe ganz andere Resultate hervorbringen würden.

Wenn man nun ferner bedenkt, dass diese verschiedenen Mengen fremder Substanzen neben derselben Menge Zucker in 100 Theilen Saft enthalten sind, so erhellt daraus auf das Klarste, wie bei ebendemselben Zuckergehalte der Rübensäfte ganz verschiedene Mengen Zucker in Form von verkäuflicher Waare praktisch gewonnen werden können und gewonnen werden müssen, so lange die Fortschritte der Industrie nicht die vollständige Abscheidung der fremden Stoffe ohne Verlust an krystallisirtem Zucker ermöglichen. Diese verschiedenen

Mengen fremder Substanzen harmoniren aber als Werthbestimmer der Säfte genau mit Balling's „Zuckergehaltsquotienten" oder dem „Reinheitsquotienten" der Säfte, wie folgende Tabellen zeigen, die neben dem Ertrage an Füllmasse zugleich in bestimmten Zahlen den Einfluss der „fremden Substanzen" auf den Zucker- und Syrupsertrag angeben.

Diese Tabellen zeigen auch zugleich den effectiven Werth der Rübe, und der Rübencultivateur kann daraus ersehen, welchen reellen Ertrag ihm die verschiedenen Methoden der Ackerung und die verschiedenen Düngarten beim Rübenbau bringen. Indem er die Thatsachen oder die Folgen mit den Ursachen (der Cultur) in einen logischen Zusammenhang bringt, kann er es sich erklären, wie bei günstigen Culturverhältnissen — mögen diese von Natur gegeben, oder erst durch Fleiss und Intelligenz geschaffen sein — nicht nur mehr Rübe, nicht nur mehr Zucker, sondern auch weniger Salze, also der höchste effective Werth und (da die Waare des Zuckerfabricanten immer nach dem reellen Werthe bezahlt wird) der höchste Nutzen oder Nettoertrag erzielt wird.

Daher bilden solche Tabellen über den Ertrag der Fabrication den einzig richtigen Maassstab für die Beurtheilung der Tauglichkeit einer Rübe für die Zuckergewinnung.

Werth der Rüben.

(S. die folgende Tabelle.)

Dabei ist zu Grunde gelegt, dass:

1 Pfd.	Zucker	à 3 Sgr. $\frac{3}{10}$ = 3,3 Sgr. kostet,	nämlich	100 Pfd. = 11 Thlr. preuss.
1 „	„	à 20 Neukreuzer	„ „	100 „ = 20 Gulden ö. W.
1 „	„	à 12,5 Kopeken Silber	„ „	(1 ngdb.) = 40 Pfd. = 5 S. R.
1 „	Melasse	à 2,4 Pf. in Preussen;		
1 „	„	à 1 Neukreuzer in Oesterreich;		
1 „	„	à $\frac{1}{4}$ Kopeken in Russland;		

während die Kosten angenommen sind:

zu 17 Sgr. pr. Centner in Preussen;
„ 90 Neukreuzer in Oesterreich;
„ 2 S. R. 50 Kopeken pr. Berkobetz à 400 Pfd. in Russland.

Aus 100 Theilen Rübe verschiedener Qualität, deren Saft in 100 Theilen 9 Proc. Polarisationszucker enthält, können bei 80 Proc. Saftgewinn erzielt werden.

Bei der Dichtigkeit des Saftes von		Wenn eine Dichtigkeit an Ballings Spindel auf Rechnung fremder Substanzen kommt von	Reinheits-quotient des Saftes	Füllmasse				Rohzucker à 94 Proc.		Melasse	Darauf basirter Werth der Rübe					
				Procente in Summa	bestehend in Procenten						per 100 Pfd.			per 1 Berkobetz		
											preuss.		österr.	russisch		
Graden Beaumé	Procent. Balling	Proc.	Proc.		Zucker	fremder Substanz	Wasser	per 100 Pfd. Rübe Proc.	per 100 Pfd. Füllmasse Proc.	Proc.	Sgr.	Pfg.	Neukr.	Pfd.	SR.	Kopek
5,8	10,5	1,5	85,7	7,436	6,48	0,553	0,703	6,18	80	1	3	6	34	24,7	—	59
6,1	11	2	81,1	7,938	6,48	0,737	0,721	5,81	73	1,5	2	6	27	23,5	—	40,5
6,35	11,5	2,5	78,2	8,142	6.48	0,922	0,740	5,64	70	2	2	—	24	22,5	—	32
6,6	12	3	75	8,344	6,48	1,106	0,758	5,37	64	2,5	1	3	20	21,5	—	18,5
6,9	12,5	3,5	72	8,547	6,48	1,290	0,777	5,13	60	3	—	6	15	20,5	—	6,5
7,2	13	4	69,6	8,799	6,48	1,424	0,795	4,89	56,5	3,6	—	5	7	19,5	—	— 5,5
7,5	13,5	4,5	66,6	8,957	6,48	1,663	0,814	4,55	50	4,2	—	3	1,4	18,2	—	— 22,5

Aus 100 Theilen Rübe verschiedener Qualität, deren Saft in 100 Theilen 10 Proc. Polarisationszucker enthält, können bei 80 Proc. Saftgewinn erzielt werden:

Bei der Dichtigkeit des Saftes von		Wenn eine Dichtigkeit an Ballings Spindel auf Rechnung fremder Substanzen kommt von	Reinheits-quotient des Saftes	Füllmasse				Rohzucker à 94 Proc.		Melasse	Darauf basirter Werth der Rübe					
				Procente in Summa	bestehend in Procenten						per 100 Pfd.			per 1 Berkobetz		
											preuss.		österr.	russisch		
Graden Beaumé	Procent. Balling	Proc.	Proc.		Zucker	fremder Substanz	Wasser	per 100 Pfd. Rübe Proc.	per 100 Pfd. Füllmasse Proc.	Proc.	Sgr.	Pfg.	Neukr.	Pfd.	SR.	Kopek
6,4	11,5	1,5	87	8,528	7,2	0,553	0,775	6,87	80	1	5	10	48	27,5	—	93
6,6	12	2	83,3	8,730	7,2	0,757	0,793	6,6	75,6	1,53	5	1	43,5	26,4	—	80
6,9	12,5	2,5	80	8,934	7,2	0,922	0,812	6,4	72	2,06	4	9,6	41,6	25,6	—	70
7,2	13	3	77	9,202	7,2	1,166	0,836	6,2	66	2,5	3	10	36,5	24,8	—	60
7,45	13,5	3,5	73,3	9,339	7,2	1,290	0,849	6	64	3,1	3	4	33	24	—	50
7,7	14	4	71,4	9,5	7,2	1,474	0,867	5,6	59,8	3,6	2	2,6	26,8	23,0	—	37,5
8	14,5	4,5	70	9,74	7,2	1,663	0,886	5,4	55	4,2	1	8	22,2	21,6	—	20

Aus 100 Theilen Rübe verschiedener Qualität, deren Saft in 100 Theilen 11 Proc. Polarisationszucker enthält, können bei 80 Proc. Saftgewinn erzielt werden:

Bei der Dichtigkeit des Saftes von: Graden Beaumé	Procent. Balling	Wenn eine Dichtigkeit an Ballings Spindel auf Rechnung fremder Substanzen kommt von Proc.	Reinheitsquotient des Saftes Proc.	Füllmasse: Procente in Summa	Füllmasse bestehend in Procenten: Zucker	fremder Substanz	Wasser	Rohzucker à 94 Proc.: per 100 Pfd. Rübe Proc.	per 100 Pfd. Füllmasse Proc.	Melasse Proc.	Werth der Rübe per 100 Pfd. preuss. Sgr.	Pfg.	österr. Neukr.	per 1 Berkobetz russisch Pfd.	SR.	Kopek
6,9	12,5	1,5	88	9,3	7,92	0,553	0,847	7,66	82,3	1	8	—	63	30,6	1	33
7,2	13	2	84,5	9,5	7,92	0,737	0,865	7,38	77,7	1,5	7	5,6	59	29,5	1	18,7
7,45	13,5	2,5	81,5	9,7	7,92	0,922	0,884	7,12	74	2	6	9	54	28,5	2	06
7,7	14	3	78	9,9	7,92	1,106	0,902	6,85	69	2,5	6	—	49,5	27,4	—	92
8	14,5	3,5	76	10,13	7,92	1,290	0,92	6,58	65	3	5	1	44,6	26,3	—	78,7
8,3	15	4	73,3	10,33	7,92	1,474	0,939	6,32	61	3,6	4	6	40	25,3	—	66,3
8,5	15,5	4,5	71,6	10,53	7,92	1,663	0,958	6,05	57	4,2	3	8	35	24,2	—	52,5

Aus 100 Theilen Rübe verschiedener Qualität, deren Saft in 100 Theilen 12 Proc. Polarisationszucker enthält, können bei 80 Proc. Saftgewinn erzielt werden:

Bei der Dichtigkeit des Saftes von		Wenn eine Dichtigkeit an Ballings Spindel auf Rechnung fremder Substanzen kommt von	Reinheits-quotient des Saftes	Füllmasse				Rohzucker à 94 Proc.		Me-lasse	Darauf basirter Werth der Rübe					
				Procente in Summa	bestehend in Procenten						per 100 Pfd.			per 1 Berkobetz		
											preuss.		österr.	russisch		
Graden Beaumé	Procent. Balling	Proc.	Proc.		Zucker	fremder Substanz	Wasser	per 100 Pfd. Rübe Proc.	per 100 Pfd. Füllmasse Proc.	Proc.	Sgr.	Pfg.	Neukr.	Pfd.	SR.	Kopek
7,45	13,5	1,5	89	10,1	8,64	0,553	0,919	8,396	83	1	10	10	78,8	33,6	1	70
7,7	14	2	85	10,3	8,64	0,737	0,937	8,231	79,8	1,5	10	3,6	76	32,9	1	61,2
8	14,5	2,5	82,8	10,5	8,64	0,922	0,956	7,86	74,8	2	9	—	69	31,2	1	40
8,3	15	3	80	10,7	8,64	1,100	0,974	7,59	70	2,5	8	6	64	30,4	1	30
8,5	15,5	3,5	77,8	10,9	8,64	1,290	0,980	7,33	67,2	3	7	9	59	29,2	1	15
8,8	16	4	75	11,1	8,64	1,474	1,010	7,08	63	3,6	6	9	55	28,3	1	0,30
9	16,5	4,5	72,1	11,3	8,64	1,663	1,030	6,78	60	4,2	6	—	49	27,2	—	97

Aus 100 Theilen Rübe verschiedener Qualität, deren Saft in 100 Theilen 13 Proc. Polarisationszucker enthält, können bei 80 Proc. Saftgewinn erzielt werden:

Bei der Dichtigkeit des Saftes von		Wenn eine Dichtigkeit an Ballings Spindel auf Rechnung fremder Substanzen kommt von	Reinheits-quotient des Saftes	Füllmasse				Rohzucker à 94 Proc.		Melasse	Darauf basirter Werth der Rübe					
					bestehend in Procenten						per 100 Pfd.			per 1 Berkobetz		
											preuss.		österr.	russisch		
Graden Beaumé	Procent. Balling	Proc.	Proc.	Procente in Summa	Zucker	fremder Substenz	Wasser	per 100 Pfd. Rübe Proc.	per 100 Pfd. Füllmasse Proc.	Proc.	Sgr.	Pfg.	Neukr.	Pfd.	SR.	Kop.
8	14,5	1,5	89,6	10,8	9,36	0,553	0,991	9,14	83,8	1	13	2,4	93	36,6	2	0,7
8,3	15	2	87	11	9,36	0,757	1,009	8,87	79	1,5	12	4	89	35,5	1	93
8,6	15,5	2,5	84	11,3	9,36	0,922	1,028	8,58	75,9	2	11	8	83	34,3	1	79
8,87	16	3	81	11,5	9,36	1,100	1,046	8,34	72,5	2,5	11	—	79	33,3	1	67
9	16,5	3,5	78,18	11,7	9,36	1,290	1,065	8,17	69,9	3	10	6	76	32,7	1	58,5
9,4	17	4	76,4	11,9	9,36	1,474	1,083	7,71	65	3,5	9	—	68	30,8	1	35,5
9,6	17,5	4,5	74	12,1	9,36	1,663	1,102	7,50	62,4	4,2	8	6	64	30	1	25

Die Mittel zur Vertilgung der Rübenfeinde.

Die Rübenpflänzchen sind namentlich in der ersten Periode des Wachsthums vielfachen Beschädigungen durch Thiere ausgesetzt. Der süsse und angenehme Geschmack der zarten Rübenpflanze scheint so vielen Insecten zu behagen, dass ihre Zahl viel zu gross ist, als dass sie hier aufgezählt oder in ihren verschiedenen Entwickelungsperioden beschrieben werden könnten. Ich beschränke mich einfach auf die Mittheilung der bis jetzt gegen den Insectenfrass angewandten Mittel.

Diese Mittel bestehen

1) in der Vertilgung der Insecten durch Auflesen, Absuchen oder Auffangen derselben, welches besonders bei den Rüsselkäfern, die in vielen Gegenden so vielfältig auftreten, sehr zu empfehlen ist. Theils gehen Kinder in einer Reihe suchend über das ganze Feld, wobei sie jeden gefundenen Käfer in eine eigens dazu gemachte Blechbüchse mit kleiner Oeffnung stecken, aus der er nicht wieder entkommen kann; theils lässt man die Käfer aus einem kleinen Graben mit steilen Wänden, der um das ganze Rübenfeld geführt ist, aufsuchen. Diese Käfer fliegen nämlich nicht immer, sondern ziehen oft, wenn der Wind ihnen den angenehmen Duft eines Rübenfeldes zuweht, in Schaaren auf der Erde nach demselben hin und sammeln sich so in dem Graben, in dem noch einige Löcher in kleinen Distanzen das Aufsammeln erleichtern. Es lassen sich so grosse Mengen Käfer vertilgen und vom Frass abhalten.

Sr. Erlaucht der Herr Graf A. Bobrinsky hat ausserdem eine Fangmaschine für Schmetterlinge construirt, welche aus einem Drahtnetz besteht. Auf zwei Räder in's Gleichgewicht gestellt, ist sie leicht über das Feld zu ziehen. Die Schmetterlinge werden gefangen und sammeln sich oben in der Rundung, in der man sie durch ein angezündetes Feuer (durch Stroh oder dgl.) vernichtet.

Herr Ed. Kutzer in Dürnkrut hat eine Maschine vorgeschlagen,

an der sich die Insecten auf Theer fangen sollen, mit dem sie dann abgeschabt und vertilgt werden.

Auch die Engerlinge (die Larven des Maikäfers) thun den Rübenpflänzchen viel Schaden, indem sie die Spitze der Wurzeln abnagen. Man lässt sie in den Furchen nach dem Pfluge von Kindern aufsammeln und vernichten. Gegenden, in denen die Engerlinge häufig sind, erfordern demnach noch eine Pflugfurche im Frühjahre, bei der ein Theil jener schädlichen Thiere blosgelegt wird und so aufgelesen werden kann.

Die Engerlinge haben eine weisse Farbe, werden aber an der Sonne schwarz und sterben. Sie kriechen in der Erde von einer Rübe zur andern und nagen die Wurzel an, so dass die Blätter anfangen zu welken und gelblich zu werden. Wird eine einzelne Stelle eines Feldes von Engerlingen heimgesucht, während der übrige Theil des Ackers nicht leidet, so soll man das Weitergehen der Engerlinge dadurch hindern können, dass man um die betreffende Stelle, wo die Engerlinge hausen, einen 2 Fuss tiefen Graben zieht und ihn mit Laub dicht anfüllt. — Dies soll eine Schutzwehr bilden, die die Engerlinge nicht durchdringen können.

Obschon das wirksamste Mittel der Insectenvertilgung in der Zuhülfenahme von Menschenhänden liegt, so sind doch auch viele andere Feinde jener Insecten im Thierreich vorhanden, durch welche man sich eine Hülfe in diesem Vertilgungskriege schaffen kann. — Viele Vögel, die Maulwürfe etc. sind die ewig wachsamen und thätigen Vertilger vielen Ungeziefers.

Ferner sind Schwefelblumen vorgeschlagen worden, mit denen man sowohl den Samen als die Pflanzen befeuchten soll. Auch langhaarige Bürsten, zwischen den Drillsaaten gezogen, sollen die Insecten herunterwerfen von den Blättern, wonach sie dann durch Streuen von Aetzkalk zwischen den Reihen leicht getödtet werden können.

Auch durch hellbrennende Laternen mit starken Gläsern, die mit Oel beschmiert waren, suchte man Abends Motten zu fangen, die dem Lichte zuflogen und dabei kleben blieben. Es wird angegeben, dass mit 200 Lampen in 2 Stunden 53,660 Motten gefangen wären.

2) Ein anderes Mittel, die Rübenpflanzungen vor der Verheerung durch Ungeziefer zu schützen, besteht darin, dass man zwischen den Rübenreihen eine andere, schneller wachsende oder den Insecten angenehmere Pflanze säet, die den gierigen kleinen Thierchen ein wohlschmeckendes, reichliches Mahl bietet und dadurch den jungen Rüben-

pflänzchen Zeit zum Wachsen giebt. Zu diesem Zwecke eignet sich besonders der Senf, die Melde (für die Larve der *Cassida nebulosa*) oder dgl. Man wendet wohl dagegen ein, dass man dadurch die Insecten füttere und ihr Gedeihen befördere; aber es scheint mir weit vortheilhafter, dass die Insecten sich an anderen Blättern laben, als an Rübenblättern, und die angeführten Mittel zur Vertilgung des Ungeziefers bleiben ja auch in diesem Falle nicht ausgeschlossen. Immerhin kann dieses Mittel nur unter gewissen Umständen und in gewissen Localitäten helfen, und es muss dem gesunden Urtheile des Rübenbauers stets vorbehalten bleiben, welches Mittel er für die Vertilgung am geeignetsten hält, oder wie er seine Rübenpflanzen so schützen kann, dass er nicht genöthigt ist, zum zweiten Male zu säen.

3) Das dritte Mittel, die Rüben zu schützen, ist das einfachste und praktischste; man findet es auch sehr häufig angewendet. Es besteht in der Art des Samenlegens. Eine starke horstweise Aussaat bietet nämlich durch die Menge der Rübenpflanzen den Insecten eine reichliche Tafel, erfüllt also denselben Zweck, den der oben angedeutete Anbau einer anderen Pflanze zwischen den Reihen zu erreichen strebt.

Die horstweise Saat verlängert durch die grössere Distanz zwischen den einzelnen Pflanzenbüscheln dem Ungeziefer den Weg von einem Büschel zum andern, während das nahe Aneinanderstehen der Pflanzen bei der Reihensaat das Fortkriechen von einer zur andern sehr erleichtert und deshalb eine raschere Ausbreitung der Insecten zur Folge hat. Ausserdem befördert die horstweise Saat, wie schon bemerkt, das Wachsthum der Pflanzen so, dass der kräftige Blattwuchs bald durch seine Masse den Angriffen des Ungeziefers widersteht und wenigstens nicht ganz mehr zu zerstören ist. Wie ein solches kräftiges Wachsthum der jungen Pflanze auch durch andere Mittel, z. B. durch Einweichen des Samens in Mistjauche, durch örtliche Düngung mit Knochenmehl u. s. w. erreicht werden kann, ist im Kapitel über die Aussaat bereits hinreichend erörtert worden. Ferner empfiehlt sich eine rechtzeitige Aussaat des Rübensamens, da er schon bei niedriger Bodentemperatur zu keimen anfängt und dadurch dem Ungeziefer, das erst später bei höherer Erdwärme zum Leben erwacht, rasch entwächst. Dass die örtliche Düngung und das Einweichen in Urin ausser der Förderung des Wachsthums auch den Samen direct vor Angriffen schützt, haben wir ebenfalls schon besprochen. Viehmist ist als Dung nicht

anzurathen, da er meistens viele eingenistete Insecten enthält, die dann durch ihn auf den Acker gebracht werden.

Erst eine genauere wissenschaftliche Erforschung des Insectenlebens wird uns andere, bessere Waffen zur Abwehr der Insecten in die Hand geben; bis dahin müssen wir uns mit den hier angeführten Mitteln gegen dieselben begnügen.

Von der Samenzucht.

Jede Pflanze entwickelt sich aus dem Samen und behält den Charakter, den ihr derselbe einimpfte. Namentlich in der Rübencultur sind viele Abarten vorhanden, die sich durch den Samen in unveränderter Eigenthümlichkeit fortpflanzen, wie z. B. die rothe Turnipsrübe, die gelbe Tellerrübe, die Futterrübe, die Zuckerrübe mit ihren vielen Unterabtheilungen. Der Rübenzuckerfabricant hat ein natürliches Interesse an der Erzeugung (oder der Wahl) guten Rübensamens, als einer der Hauptbedingungen für einen rationellen und zugleich lucrativen Betrieb. Man hat sich daher auch in allen Ländern, in denen die Rübenzuckerindustrie zu Hause ist, lange bemüht, die zuckerreichsten Rüben zur Samenzucht richtig auszuwählen, um diese gute Eigenschaft des Zuckerreichthums auch auf die nachfolgende Vegetation zu übertragen. Die richtige Auswahl der zuckerreichsten Rübe ist aber immer mit mehr oder weniger Schwierigkeiten verbunden.

In vielen Fällen sind die Blätter der Rübe, wenn sie noch auf dem Felde steht, also im Monat October, schon ein annähernd sicheres Kennzeichen der Qualität der Wurzel. Jeder aufmerksame Rübenzüchter hat wohl Gelegenheit gehabt, die Vielfältigkeit der Gestaltung des Rübenkrautes zu bemerken, welcher oft eine ebenso grosse Verschiedenheit in der Natur der Wurzel entspricht.

Die Merkmale, an denen die Practiker die zuckerreichsten Rüben auf diese Weise erkennen wollen, sind jedoch in verschiedenen Localitäten, Ländern etc. verschieden, und es lässt sich daher keine bestimmte, für alle Fälle ausreichende Vorschrift geben, nach der die besten Rüben ausgewählt werden könnten, was Leplay zu der Ansicht getrieben zu haben scheint, dass die Blätter überhaupt kein Kennzeichen darböten, nach dem man auf die Qualität der Rübe schliessen könnte. — Diese Behauptung scheint mir aber zu weit zu gehen; denn eine andere Blattformation dürfte doch wohl consequenter Weise eine etwas veränderte Constitution der Pflanze andeuten, und es fragt sich nur, welcher Blattform die zuckerreichste Rübe entspricht.

Im Magdeburgischen z. B. hält man wenige, flache, auf der Erde liegende tellerförmige Blätter für ein Kennzeichen guter Zuckerrüben. In Südrussland dagegen bezeichnete mir ein erfahrener Mann die gezackten, wellenförmig gebogenen, hellgrünen jungen Herzblätter der Rübe als ein sicheres Merkmal, nach welchem er in der dortigen Localität die besten Rüben auszuwählen pflege. Mehrere Proben zeigten in der That, dass der Saft so ausgewählter Rüben 1° B. schwerer war, als der Saft der auf demselben Ackerstücke erzeugten Rüben mit anderer Blattformation.

Es scheint also doch daraus hervorzugehen, dass eine grössere Aufmerksamkeit auf diesen Punkt hübsche Andeutungen über die Qualität der Rübe liefern kann, die dann zur grösseren Sicherheit noch durch andere Beobachtungen controlirt und sicher gestellt werden muss.

Der rationelle Rübensamenzüchter kann sich also vor der Ernte der Rüben schon diejenigen Exemplare bezeichnen lassen, die nach der Blattformation und geringen Ausdehnung des Kopfes über der Erde die günstigste Beschaffenheit voraussetzen lassen.

Diese Rüben werden dann vorsichtig aus der Erde genommen, und nachdem das Kraut bis auf 1 Zoll vom Kopfe abgeschnitten ist, auf die specifische Schwere geprüft, um dadurch die Güte derselben festzustellen.

Das specifische Gewicht steht nun freilich in einem nach Bodenbeschaffenheit, Cultur, Düngung etc. sehr wechselnden Verhältnisse zum Zuckergehalte des Saftes (s. S. 114 u. f.); man darf deshalb erst dann zur Auswahl der Saatrüben schreiten, nachdem man dieses Verhältniss in den Rüben als ein für die Fabrication günstiges festgestellt hat. Der Ausdruck dieses Verhältnisses, der sogen. Zuckergehaltsquotient, darf er-

fahrungsmässig nicht unter 75 betragen, d. h. von 100 Proc. Saccharometeranzeige müssen wenigstens 75 Proc. auf Rechnung des Zuckers kommen. Wird der Quotient — auch bei hohem sp. Gew. — geringer gefunden, so thut man besser, solche salzreiche Rüben nicht zur Samenzucht zu verwenden.

Zur Ermittlung des specifischen Gewichts hat Vilmorin vorgeschlagen, jede einzelne Rübe mittelst einer kleinen dazu bestimmten Sonde gegen die Mitte hin quer zu durchbohren, das dadurch gewonnene Rübenstückchen zu reiben, auszupressen und den gewonnenen Saft mittelst eines kleinen aber empfindlichen Dichtigkeitsmessers bei bestimmter Temperatur zu prüfen.

Als gute Rüben bezeichnet Vilmorin solche, deren Saft ein specifisches Gewicht von 1,060 bis 1,075 = 15 bis 18 Proc. Balling hat. Ist dasselbe noch höher, so ist die Rübe noch besser (vorausgesetzt, dass der Zuckergehaltsquotient in demselben Verhältnisse grösser ist). Die nach dieser Untersuchung zum Samenbau tauglich befundenen Rüben werden dann, nach Ausfüllung des durch die Sonde gemachten Loches mit trocknem Sande, der Aufbewahrung übergeben.

Sullivan schlägt vor, gleich die specifische Schwere der ganzen Wurzeln zu prüfen, da ein hohes specifisches Gewicht neben einem hohen Gehalte des Saftes an festen Stoffen auch eine dichte Textur der Rübe bekunde, die gewöhnlich als Merkmal einer guten Zuckerrübe betrachtet wird. Es genügt demnach eine Salzlösung von z. B. 1,060 specifischem Gewicht = 15 Proc. Balling oder Brix zu machen und alle die Rüben, die darin untersinken, als taugliche Exemplare zur Samenzucht zurückzubehalten, während alle diejenigen, die darauf schwimmen, der Fabrication überwiesen werden.

Da vielfältige Versuche zu beweisen scheinen, dass sich die Eigenschaft der grösseren specifischen Schwere oder des Zuckerreichthums der Rübenwurzeln fortpflanzen lasse, so sind die oben angedeuteten Mittel zur Auswahl guter Samenträger besonders für den Rübenzuckerfabricanten von hoher Wichtigkeit. Er könnte dadurch dahin gelangen, seine Rübenpflanzen zu veredeln oder doch der Ausartung derselben, die so leicht eintritt und überhand nimmt, vorzubeugen.

Bei der Aufbewahrung dieser ausgewählten Wurzeln werden dieselben regelmässig einzeln eingelegt und reihenweise schwach mit Erde bedeckt, so dass die Schichten von einander getrennt sind. Durch eine starke äussere Erddecke und nöthigenfalls Ueberdecken mit Mist werden sie gegen Frost geschützt und im Anfang April auf sonnige

und hochgelegene Aecker verpflanzt, die ebenso sorgfältig wie zum Rübenbau des ersten Jahres vorbereitet sein müssen.

Da stickstoffreiche Dünger das Reifen der Samen nicht nur verzögern, sondern es sehr ungleich eintreten lassen, so sind sie zu Samenrüben zu verwerfen, zu deren Düngung höchstens Knochenmehl (Superphosphat) zu empfehlen ist, welches die zur Samenproduction vor Allem nöthige Phosphorsäure in grosser Menge liefert.

Die Samenrüben werden 2 bis 3 Fuss im Quadrat auseinander gepflanzt, um theils der Sonne mehr Einwirkung zu gestatten, theils die Pflanzen gehörig zu kräftigen. Viele ziehen vor, die Wurzeln nach verschiedenen Richtungen 1 Zoll tief schräg in die Erde zu legen, um die Pflanzen nach vielen Richtungen in Stellungen aufwachsen zu lassen, in denen sie dem Einflusse des Windes besser widerstehen können, wodurch das Anbinden der einzelnen Samentriebe an Stangen vermieden wird. In jedem Falle ist jedoch das Einfriedigen des ganzen Feldes mit Stangen und Strohseilen zu empfehlen, da sonst ein heftiger Wind leicht Schaden anrichten kann.

Es ist ferner besondere Rücksicht darauf zu nehmen, dass in der Nähe kein Futterrübensamen erzeugt wird, da sonst durch den Wind eine Bastardirung dieser Sorten veranlasst und die Qualität der Zuckerrüben bedeutend verringert werden soll (Knauer).

Dass die Rübenpflanze zur Samenzucht ebenso fleissig behackt werden muss, wie die Rübe im ersten Jahre, versteht sich wohl von selbst und liegt in der Natur der Sache, da die Pflanze um so mehr gekräftigt wird, je weniger Nahrung ihr die Unkräuter entziehen.

Die Samentriebe der Rübe schiessen rasch in die Höhe und verzweigen sich oft vielfältig. Beifolgende Abbildung (Fig. 23 a. f. S.) zeigt eine Rübenpflanze mit Samen zur Zeit ihrer Reife, die in der Natur an der bräunlichen Färbung der Enden erkannt wird.

Die reifen Samenstengel werden über der Erde mit einer Sichel, einem Messer oder dergl. abgeschnitten, zum Nachreifen hingestellt und in starker Sonnenhitze, womöglich auf dem Felde selbst, ausgedroschen (oder ausgetreten), indem man grosse Tücher von ordinärer Leinwand (Planlaken) darunter ausbreitet.

Die Reinigung des Samens von den anhaftenden Stengelchen der Samentriebe ist ziemlich schwierig, aber auf guten Putzmühlen recht gut zu erreichen; sie ist deshalb nöthig und vortheilhaft, weil die

spätere Aussaat mit Maschinen desto leichter und regelmässiger vor sich geht, je reiner der Samen ist.

Fig. 23.



Der Samen keimt desto rascher und vollzähliger, je frischer er gesäet wird. Mit zunehmendem Alter geht die Schnelligkeit und Vollzähligkeit des Keimens immer mehr verloren. Einjähriger Samen geht daher rascher auf und liefert weniger Fehlstellen, als zweijähriger u. s. w.

Die möglichst rasche Verwendung des Rübensamens ist auch schon deshalb anzurathen, weil die Mäuse grosse Liebhaber desselben sind und daher zu seiner Verminderung nicht wenig beitragen. Die beste Art der Aufbewahrung soll sein, ihn in Säcken auf luftigen Böden aufzuhängen (Fühling).

Der Samenertrag wird zu 8 bis 16 Centner pro Morgen angegeben (Fühling).

Die Rübensamenarten, deren pomphafte Titel oft den Absatz sicher stellen, entsprechen meistens nicht jenen lobenden Anpreisungen, und fast nirgends ist die Charlatanerie weiter getrieben, als in diesem wichtigen Artikel, dem oft in den Händen von Handelsgärtnern nicht die gebührende Rücksicht auf gute Qualität geschenkt wird. — Die besten Bezugsquellen von Rübensamen sind stets die verlässlichen Rübenzuckerfabricanten selbst, die, durchdrungen von der Wichtigkeit der Sache, den Samenbau im eigenen wohlverstandenen Interesse rationell durchführen.

Noch ist zu erwähnen, dass ein Wechsel der Rübensaat oft von grossem Nutzen sein kann, ebenso wie man das Saatgut für Getreide etc. mit Vortheil von Zeit zu Zeit aus einer andern Gegend bezieht. Ein zuverlässiges Urtheil darüber, welcher Samen der beste für die Localität ist, bietet nur der eigene Versuch auf dem Felde. Man baue verschiedene Samen auf separirten Stellen an und wähle diejenige Sorte, die beständig die besten Zuckerrüben liefert.

Kosten der Rübencultur. Ernte und Aufbewahrung der Rüben.

Die Rübe ist eine zweijährige Pflanze, die erst im zweiten Sommer Samen trägt und in dieser Zeit ihre Vegetationsdauer vollendet. Wenn wir die Rübe daher zum Behufe der Zuckererzeugung im Herbste des ersten Jahres herausnehmen, so kann die Pflanze in diesem Stadium ihrer Entwickelung nicht „reif" genannt werden. Ihre Wurzel hat zu dieser Zeit nur den grössten procentischen Zuckergehalt, der von der Natur zur weitern Ausbildung der Pflanze und besonders des Samens bestimmt zu sein scheint, denn er verschwindet während der Samenbildung vollständig aus der Rübe. Da aber das Interesse des Zuckerfabricanten gebietet, den Rohstoff dann einzuernten, wenn er für seine Zwecke am tauglichsten ist, so geschieht die Ernte der Rüben am günstigsten von Ende September bis Mitte October; denn zu dieser Zeit hat die Zuckerbildung in der Rübe den höchsten Grad erreicht, während bei längerem Verzuge die bald eintretenden stärkern Fröste (unter — 4° R.) derselben leicht Schaden zufügen können. — Die für den Rübenzuckerfabricanten wichtigste Culturzeit der Rübe endigt also im Spätjahre oder dem Zeitpunkte, wo sich die Blätter nicht mehr entwickeln können, und es dürfte nicht uninteressant sein, den Aufwand an Arbeit und Kosten zusammenzustellen, den diese Cultur von Anfang bis zu Ende erfordert. Verschiedene Schriftsteller geben denselben je nach den Oertlichkeiten verschieden an.

Bearbeitungskosten der Rübe pr. Magdeburger Morgen.

	nach Achard Arbeiterzahl	nach Achard Geldbetrag Thlr	nach Achard Geldbetrag Sgr.	Koegel auf Garden Thlr	Koegel auf Garden Sgr.	Koegel auf Garden Pf.	Weyhe, Wegeleben Thlr	Weyhe, Wegeleben Sgr.	Weyhe, Wegeleben Pf.	Schwarzwaller Thlr	Schwarzwaller Sgr.	in Russland, reducirt Arbeiterzahl	in Russland, reducirt Geldbetrag Thlr	in Russland, reducirt Geldbetrag Sgr.	Schatten in Wegeleben Thlr	Schatten in Wegeleben Sgr.	Schatten in Wegeleben Pf.	C. E. Walkhoff in Magdeburg Thlr	C. E. Walkhoff in Magdeburg Sgr.	C. E. Walkhoff in Magdeburg Pf.
Pachtzins	—	—	—	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Düngung	—	—	—	5	3	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Gespannarbeiten oder Graben	—	3	10	3	22	—	3	20	—	4	—	—	4	—	4	15	2	4	2	—
Aufsicht	—	—	—	—	18	—	—	10	—	—	10	—	—	—	—	11	6	—	—	—
Samen	—	—	15	—	24	—	—	—	—	—	20	—	2	—	—	24	—	—	20	—
Säen desselben	6	1	—	—	10	—	—	22	6	—	—	—	—	14	—	20	10	—	10	—
Erstes Behauen	9	1	15	—	—	—	—	28	—	—	—	8	—	—	—	17	10	1	2	6
Vereinzeln der Pflanzen . .	8	1	5	—	11	2	—	17	—	—	—	20	2	18	—	13	4	—	14	—
Zweites Behauen	7	1	5				—	15	—	6	15	—	—	—	—	18	—	1	—	—
Drittes Behauen	—	—	—	2	12	8	—	13	—	—	—	8	—	—	—	13	4	—	24	6
Viertes Behauen	—	—	—				—	10	—	—	—	—	—	—	—	10	4	—	15	—
Herausnehmen	4	—	16	2	29	2	2	15	—	—	—	10	4	—	1	29	4	1	17	—
Aufladen	—	2	—				—	25	—	—	—	—	4	—	—	—	—	—	—	—
Heranführen	—	—	—	2	10	—	—	—	—	2	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—
Einmieten	—	—	—	—	—	—	—	17	6	—	—	—	—	—	—	*19	2	2	9	—
Ausmieten	—	—	—	—	19	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	17	4	—	—	—
Summa	34	11	6	23	10	—	11	13	—	13	15	46	17	2	13	27	2	12	24	—

*Auf das ganze Areal reducirt, obschon Vieles so verarbeitet wurde.

Der durchschnittliche Ertrag per Morgen ist 120 bis 180 Ctr. Rüben, im Mittel daher 150 Ctr. Ernte bei 12 Thlr. 24 Sgr. Unkosten ohne Pacht und Dung. —

In Frankreich sind nach Basset (*Guide pratique du fabricant de sucre.* Paris 1861) die ungefähren Unkosten, die Mathieu de Dombasle, Payen und Andere früher angaben, ohne Pacht und Dung 10 Thlr. 18 Sgr. pro Magdeburger Morgen, während Pacht, Dung etc. zu 14 Thlr. 10 Sgr. angenommen wurden. In demselben Werke giebt der Verfasser aber weiter an, dass jetzt 1000 Kilogramm Rüben 10 Frcs. 75 Ct. Erzeugungskosten verursachen. Das wäre per Morgen (12 . 10,75 =) 34 Thaler Culturausgaben in Summa. Die Ernte beträgt dort 180 bis 280 Ctr., im Mittel 230 Ctr. per Magdeburger Morgen, von dem man günstigen Falls 6% Rohzucker oder 1080 Pfd. bis 1680 Pfd. Rohzucker erzielt, während in Deutschland 8% oder 960 Pfd. bis 1440 Pfd. Rohzucker von der gleichen Ackerfläche gewonnen werden.

Die Gesammtkosten der Zuckerproduction per Morgen sind in Deutschland annähernd bei Durchschnittserträgen und eigner Cultur der Rübe:

Pachtzins, Düngung etc.	circa	16 Thlr.	20 Sgr.	
Bearbeitung der Rübe	„	12 „	24 „	
Steuer in der Fabrik, 150 Ctr. (à 7 Sgr. 6 Pf.)	„	37 „	20 „	
Verarbeitungskosten in der Fabrik . .	„	45 „	— „	
Summa der Unkosten		112 Thlr.	4 Sgr.	

In Frankreich dagegen:

Pachtzins, Düngung etc. / Bearbeitung der Rüben	circa	34 Thlr.	— Sgr.
Steuer von 12000 Kilogr. Rüben pro Morgen (1000 Kilogr. geben 52 Kilogr. Zucker, die 13 Frcs. 75 Ct. kosten) .	„	44 „	— „
Verarbeitungskosten in der Fabrik, 230 Ctr. Rüben, à 8 Sgr. (wobei schon Melasse, Rückstände etc. zurückgerechnet)	circa	61 „	10 „
Summa der Unkosten		139 Thlr.	10 Sgr.

In Russland stellen sich die Productionskosten per Magdeburger Morgen:

Pachtzins, Düngung etc.	circa	11 Thlr.	— Sgr.
Bearbeitung der Rüben	„	17 „	2 „
Steuer	„	12 „	— „
Verarbeitungskosten in der Fabrik per Tepkobetz = 250 Kop., also 120 Ctr.	„	45 „	— „
Summa der Unkosten		85 Thlr.	2 Sgr.

Dafür werden

in Deutschland	im Durchschnitt	1200	Pfd. Rohzucker à Magd. Morgen
„ Frankreich	„ „	1380	„ „ „ „ „
„ Russland (à 7%)	„ „	840	„ „ „ „ „

erzeugt, so dass 100 Pfd. Rohzucker

in Deutschland	annähernd	9 Thlr.	11 Sgr.	— Pf.	
„ Frankreich	„	10 „	2 „	6 „	
„ Russland	„	10 „	4 „	— „	kosten.

Dies Resultat ergiebt sich indessen nur beim Eigenbau der Rübe, beim Kaufen des Rohstoffes, abgesehen von der verschiedenen (gewöhnlich schlechteren) Qualität desselben, stellt sich die Rechnung für den Rübenzuckerfabricanten ganz anders heraus, und zwar für Deutschland per Morgen:

150 Ctr. Kaufrüben à 8 Sgr. (bis 10 Sgr.) . .	40 Thlr.	— Sgr.
Steuer in der Fabrik (à 7 Sgr. 6 Pf.)	37 „	20 „
Verarbeitungskosten in der Fabrik (à 9 Sgr.) .	45 „	20 „
Summa der Kosten	123 Thlr.	10 Sgr.

Bei einer Ausbeute von 8% = 1200 Pfd. kosten 100 Pfd. Rohzucker also 10 Thlr. 3 Sgr. 4 Pf.

Für Frankreich:

12000 Kilogr. Kaufrüben (à 1000 Kilogr. 20 Frcs.)	64 Thlr.	— Sgr.
Steuer in der Fabrik (wie oben)	44 „	— „
Verarbeitungskosten in der Fabrik (à 8 Sgr.) .	61 „	10 „
Summa der Kosten	169 Thlr.	10 Sgr.

Bei einer Ausbeute von 6% = 1380 Pfd. oder selbst 1400 Pfd. kosten 100 Pfd. Rohzucker 12 Thlr. 3 Sgr.

In Russland:

Kaufrüben, 120 Ctr. Rüben (1 Berkoletz = 1 Thlr.)	30 Thlr. — Sgr.
Steuer in der Fabrik	12 „ — „
Verarbeitungskosten in der Fabrik	45 „ — „
Summa der Kosten	87 Thlr. — Sgr.

Bei einer Ausbeute von 7% = 840 Pfd. oder 850 Pfd. Rohzucker (28 Pfd. für 1 Tepkobetz) kosten 100 Pfd. Rohzucker 10 Thlr. 7 Sgr.

Ein Vergleich dieser Productionskosten mit dem Verkaufspreise des Zuckers führt sofort auf den Schluss, dass nicht die Fabrication, sondern der Rübenbau, wenn er bei mässigen Culturkosten quantitativ und qualitativ gute Ernten erzeugt, den Verdienst ausmacht, oder dass, mit andern Worten, die Landwirthschaft den grössten Nutzen davon zieht. Dem Fabricanten, der sein Product oft zu dem obigen Erzeugungspreise verkaufen muss, bleibt für Zinsen des Capitals, Verbesserungen, für den technischen Fortschritt etc. wenig übrig, und die landwirthschaftliche Nebenbenutzung der Abfälle von der Fabrication macht oft seinen ganzen Verdienst aus.

Dazu kommt aber ferner, dass die hier angenommene Ausbeute an Zucker, die man in den ersten Monaten der Campagne allerdings erzielt, in den letzten Monaten der Arbeit oft wesentlich geschmälert wird, weil die Rübe bei längerer Aufbewahrung meistens an Krystallzucker ärmer, an schädlichen, gährungserregenden Substanzen aber reicher wird. Die Rüben bis zum Ende der Campagne in einem unverändert gesunden Zustande zu erhalten, ist also eine der wichtigsten Aufgaben in der Rübenzuckerfabrication, da der geschickteste Fabricant nicht im Stande ist, eine genügende Menge reinen Krystallzuckers aus einem Rohstoffe darzustellen, der schon veränderten Zucker enthält, während dagegen aus zuckerhaltigen Rüben von normaler Beschaffenheit auch eine weniger sorgfältige Manipulation noch leidliche Erträge zu liefern vermag. Daher haben denn auch die Beförderer der Zuckerindustrie lange schon die Bedingungen einer für alle Fälle sicheren Aufbewahrungsmethode zu erforschen gesucht, und man wird die Schwierigkeit einer solchen nicht verkennen, wenn man bedenkt, dass die Rübe ein Aggregat vieler kleiner Zellen ist, deren Saft — wie alle zuckerhaltigen Pflanzensäfte — durch Einfluss von Luft und Wärme so leicht in Gährung geräth und diesen Gäh-

rungsprocess so rasch von Zelle zu Zelle über den ganzen Inhalt der Rübe fortpflanzt.

Eine zu hohe oder zu niedrige Temperatur, eine durch mangelnden Wassergehalt herbeigeführte welke Beschaffenheit der Rüben und der ungehinderte Zutritt des Lichtes sind die allgemeinen Ursachen, welche das Verderben der Rüben bei der Aufbewahrung bewirken, denen wir also von vornherein durch die Art der Aufbewahrung und im Verlaufe des Winters durch fortwährende sorgfältige Ueberwachung derselben zu begegnen haben.

Wenn Rüben zu einem grossen Haufen aufgeschichtet werden, so erhitzen sich dieselben; dadurch scheint eine Veränderung des Saftes, eine Art schleimiger Gährung hervorgerufen zu werden, bei welcher der krystallisirbare Zucker in unkrystallisirbaren Fruchtzucker verwandelt wird. Wenigstens ist es eine vielfach beobachtete Thatsache, dass solche Rüben einen dunkelgefärbten Saft nach der Scheidung geben. Da nun die Rüben im normalen Zustande nur krystallisirbaren Zucker enthalten, dessen Lösung durch Kalk (und auch andere alkalische Basen) nicht gefärbt wird, so können die dunklen Scheidungen nicht durch Einfluss des Kalks auf den krystallisirbaren Zucker des Saftes entstehen, überhaupt kann diese röthliche Färbung der Säfte nicht in der Natur einer gesunden Rübe begründet sein; denn die Rüben, welche im September und October direct vom Felde an die Fabrik zur Verarbeitung gefahren werden, geben einen hellen, weingelben Saft nach der Scheidung. Durch die abnorme Temperaturerhöhung des Rübenhaufens muss also der krystallisirbare Zucker eine Umwandlung in eine Zuckerart erlitten haben, die bei demselben Scheidungsverfahren durch den Einfluss des Kalks die röthliche Färbung des Saftes veranlasst. — Mir scheint, dass Dr. Hochstetter's Versuche dafür eine richtige Erklärung geben, indem er gefunden hat, dass „Zuckerlösungen, die nur Spuren einer anderen Zuckerart enthalten, sich beim Erhitzen mit Kalkwasser augenblicklich färben. Es ist daher in dem Kalkwasser ein Reagens gegeben, um in farblosen Lösungen von krystallisirbarem Zucker die Anwesenheit einer andern Zuckerart nachzuweisen.“ — Da nun unser Scheidungsverfahren nichts weiter ist, als ein Erhitzen des Saftes mit Kalkmilch, so führen wir mit jeder Scheidung obige Reaction auf unkrystallisirbaren, färbenden Zucker im Grossen aus. Nach dieser Theorie ist also die Farbe des geschiedenen Saftes eine vollständige Controle für die Aufbewahrung der Rüben, und eine

während der Aufbewahrung eintretende schädliche Veränderung des Saftes lässt sich sehr leicht erkennen.

Es ist eine nicht uninteressante Thatsache, die ich übrigens noch nirgends erwähnt gefunden habe, dass Rüben, die in der Dauer ihrer Vegetation auf dem Felde eine grosse Dürre und Hitze zu bestehen hatten, gleich frisch verarbeitet, einen ebenso dunkel geschiedenen Saft liefern, wie normal (ohne solche Hitze) entwickelte Rüben erst nach dem schädlichen Einflusse der Erhitzung beim Aufbewahren (S. die Versuche des vorigen Capitels). Dass bei solchen Rüben eine Erhitzung in Haufen noch schädlicher wirkt, ist leicht erklärlich.

Die Mittel, die man in der Praxis benützt, um der für die Zuckerfabrication so nachtheiligen Erhitzung der Rüben beim Aufbewahren vorzubeugen, sind sehr verschiedener Art.

Das Einfachste scheint zu sein, die Rüben nur zu kleinen Haufen oder in dünnen Lagen übereinander zu schichten. Es ist bekannt, dass sich andere Früchte in grossen Haufen nicht so gut halten als in kleinen. Man legt Aepfel und Birnen gar nicht übereinander. Heu erhitzt sich in grossen Haufen, in kleinen dagegen ist dafür keine Gefahr, woraus man wohl folgern könnte, der Grad der Erhitzung sei proportional der Grösse (resp. Höhe) der Haufen. — Man sollte demnach die Höhe von 3 Fuss bei Rübenmieten nie überschreiten, es sei denn, dass man auch unten durch Lattenrost oder dergleichen für Mittel sorgt, der Erhitzung entgegenzuwirken.

Die Temperaturerhöhung bei Schichtung grosser Haufen hat nämlich ihren Grund in einem mangelhaften Zutritte der abkühlenden Luft. Ich bin überzeugt, man könnte die Rüben auf einer *kleinen* Grundfläche sehr hoch (selbst 20′) übereinander legen, wenn man nur von den Seiten freien Luftzutritt gewährt; denn es kommt bei der Schichtung der Haufen nur darauf an, ihnen die zur Abkühlung erforderliche Oberfläche zu geben. Je grösser die Oberflächen oder das Mittel zur Kühlung und Temperaturausgleichung, desto sicherer wird dem Erhitzen der Rübe vorgebeugt, und man hat vorgeschlagen, den Mieten für jeden Kubikfuss der in ihnen enthaltenen Rüben $^1/_{10}$ bis $^1/_{15}$ Quadratfuss Oberfläche zu geben.

Wenn nun auch die kalte Luft ein Mittel zur Verhinderung der Temperaturerhöhung ist, so scheint doch die Erde ein noch besseres Mittel dazu zu sein. Es ist eine allbekannte Thatsache, dass die Temperatur der oberen Erdschicht eine sehr gleichmässige selbst in geringer Tiefe ist, und dass die Extreme der Luftwärmen sich im

Boden nur in geringem Grade bemerklich machen (in Deutschland verschwinden die täglichen Temperaturschwankungen im Boden schon bei 6 Decimetern = 19″ Tiefe). Es scheint also, dass die Erde eine wesentliche Bedingung gleichmässiger Temperatur erfülle und daher für die Erhaltung organischer Stoffe ein nicht gering zu schätzendes benutzbares Moment biete. — Die Erfahrung im Grossen bestätigt dies, und es lässt sich *a priori* annehmen, dass auch die Rüben, wie andre Früchte, ganz in der Erde am besten vor Sonne und Wind bewahrt sein werden.

Bei den eingemieteten Rüben ist es meiner Erfahrung nach nöthig und vortheilhaft, die in ihnen herrschende Wärme genau zu controliren mittelst eines Thermometers, das innerhalb eines seitlich verschlossenen, oben leicht zu dichtenden Kastens tief genug in die Mieten hineinreicht, um die Temperatur der die Rüben umspielenden Luft angeben zu können. Das zur Pflicht gemachte tägliche Beobachten und Aufzeichnen des Thermometerstandes sichert dann die ununterbrochene Ueberwachung der Mieten, die man sonst durch die Fabrication selbst in Anspruch genommen, leicht vernachlässigt. Sobald das Thermometer — gleichsam die Seele der Rübenaufbewahrung — ein unnatürliches, nicht aus äussern Einflüssen erklärbares Steigen der Temperatur in einer Miete anzeigt, werden die Rüben dieser Miete ohne Verzug der Fabrik zur Verarbeitung überwiesen.

Beifolgende Tabelle giebt ein Beispiel über die Höhe der täglichen mittleren Temperatur aller Mieten der fünf von mir inspicirten Fabriken, wobei die Wärme von Luft und Erde vergleichend notirt ist. Es scheint hiernach, dass eine Temperatur von 0° bis + 5° während der Winteraufbewahrung den Rüben am dienlichsten ist, dass man deshalb gut thut, Rüben sogleich zu verarbeiten, sobald sie sich über diese Temperatur hinaus erwärmen. Man muss aber nur die durch Selbsterwärmung der Rüben bedingte Temperaturerhöhung als Maass gelten lassen und diese nicht verwechseln mit einer von der äussern Luft kommenden natürlichen Wärmesteigerung der Mieten.

Mittlere Temperaturen der Rübenmieten

Datum	Monat	Mittlere Temperatur in den 1. Smela hoch	niedrig	2. Jallonofka hoch	niedrig	3. Kapitanofka hoch	niedrig
1 bis 5	September	—	—	—	—	10,2⁰	3
5 „ 10	„	—	—	13	9,7	10	5
10 „ 15	„	—	—	17,25	14,25	15	12
15 „ 20	„	—	—	17,05	13,75	17,2	9,2
20 „ 25	„	14⁰	12	12,5	10,35	10,6	4,3
25 „ 30	„	11,4	9,6	11,95	7,75	9,9	2,5
1 „ 5	October	10,4	7,12	11,4	7,4	12	3,9
5 „ 10	„	8,3	6,8	11,1	6	12,9	4
10 „ 15	„	7,7	6,3	9,85	6,85	10,5	2,2
15 „ 20	„	5,6	3	—	—	7	2,7
20 „ 25	„	4,16	3,25	—	—	7	0,5
25 „ 30	„	3,8	2,4	5,5	1,6	5,5	0,8
1 „ 5	November	3	1,1	4,4	0,75	3,5	0,5
5 „ 10	„	2,7	1,4	3,5	0,75	3,2	0,5
10 „ 15	„	3,4	2,2	3,8	0,80	3	0,6
15 „ 20	„	4,2	3,2	6	2,10	4,3	1,5
20 „ 25	„	3,6	1,65	3,6	0,9	3,75	0,8
25 „ 30	„	3,5	1,6	2,75	0,75	3,8	1
1 „ 5	December	3,2	2	3	1,22	4	1,2
5 „ 10	„	3,3	2,25	4	1,1	3,9	1
10 „ 15	„	3	2,2	2,9	0,5	4	1
15 „ 20	„	2,8	2,25	3,4	0,75	6,4	0,4
20 „ 25	„	—	—	2,4	0,75	6,6	0,3
25 „ 30	„	2,94	1,7	3	1,35	5,9	0,3

für die Jahre 1860 und 1861.

Rübenmieten				Mittlere Temperatur in der Umgebung der Mieten									
4. Balakleja		5. Gruschofka		Luft, Morgens und Abends					Erde, 6 Zoll tief				
hoch	niedrig	hoch	niedrig	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
—	—	—	—	—	—	5	—	—	—	—	10	—	—
—	—	—	—	—	12	8,7	—	—	—	10,5	12,7	—	—
—	—	—	—	—	13,7	12	—	—	—	14,8	14	—	—
—	—	—	—	—	14,5	10,8	—	—	—	15,9	13,4	—	—
—	—	—	—	9,5^0	7,9	5,8	—	—	16,2	15	12	—	—
—	—	—	—	9,5	12,2	6	—	—	12	17	11	—	—
—	—	—	—	4,9	8,5	6	—	—	13	13,6	10	—	—
—	—	—	—	7,9	7,7	6,4	—	—	10	13	10	—	—
—	—	—	—	5,9	5	3	—	—	9	12,3	9	—	—
—	—	—	—	2,8	—	1	—	—	7,2	—	8	—	—
—	—	—	—	1,3	—	2	—	—	7,5	—	7	—	—
4,2^0	1,8	5^0	0,5	2,7	2,3	1,6	2	7,5	6,7	6	6	5,5	10
3,8	1,4	5,4	0,3	1,7	3,8	3,6	1,5	3,2	5,7	7	5,4	2,8	8,9
3,5	1,5	5	1	1,3	0,5	1	1,7	1	5,6	6,5	4,9	2,5	5,7
3,3	1,6	5	1	1,8	0,8	1,95	1,3	2	5,2	6	4	2,6	8
5,7	3	5,6	2,8	4,8	3,3	4,2	4,9	5	5,9	5	4	3,6	7
4,2	1,7	2,8	0,5	7,4	9,4	8,4	11	9,6	4,9	6,5	4	1,2	7
4,2	2,6	—	—	3,6	4,4	3	2,6	—	4,4	5,6	4	1,6	—
4,8	2,2	—	—	3,3	0,7	3,6	4,5	—	4,4	5	3,2	1,6	—
4,8	3,5	—	—	1,5	1,3	1,3	3,3	—	4,4	4,6	3	1,7	—
4	2,8	—	—	3,1	4,9	3,6	4,9	—	4,2	4,1	3	2	—
3,25	2,4	—	—	8	9	6,7	8,3	—	3,9	4,3	3	1,7	—
3,4	1,9	—	—	—	11,5	8,7	20	—	—	3,4	1,4	1,8	—
3,9	3,3	—	—	8,2	10,3	7,8	13	—	3,4	2,8	2	1,6	—

Ebenso schädlich wie eine Erhöhung der Temperatur ist aber auch eine zu starke Erniedrigung derselben; denn die Rüben können nicht mehr Kälte ertragen als — 5°, nachdem sie aus der Erde genommen sind. „In der Ackererde, sagt freilich die Praxis, wird der Rübe auch noch eine Kälte von — 6° wieder entzogen;“ aber es ist doch besser, solche Rüben, obgleich sie häufig mit Ausnahme des Kopfes nicht sehr gelitten haben, baldmöglichst zu verarbeiten. — Frieren die Rüben, so werden durch die Ausdehnung des erstarrenden Saftes ihre Zellen gesprengt (wie eine mit Wasser gefüllte Flasche, ja selbst eine Kanone durch Frieren des Inhalts gesprengt werden kann). Beim Frieren des Saftes leidet übrigens der Zucker durchaus nicht, ja man will gefunden haben, dass der Saft solcher Rüben hochgrädiger geworden sei, und erklärt diese Erscheinung aus einer beim Frieren stattfindenden theilweisen Verdunstung von Wasser.

Wäre die Wintertemperatur eine gleichmässige, so würde das Aufbewahren der Rüben keine grossen Schwierigkeiten machen; denn nur der Wechsel der Temperaturen, der Uebergang in Thauwetter ist im Winter gefährlich. Grade durch diesen Uebergang werden die Proteïnstoffe des Saftes zu einer lebendigen Fermentwirkung angeregt, und die Folge davon ist eine rasche Oxydation (Schwarzwerden) des Saftes, nachfolgende schleimige Gährung desselben und gleichzeitige Zerstörung des Zuckers. Die Fermente in den Rübensäften sind leider von so zäher Natur, wenn ich mich so ausdrücken darf, dass sie weder durch Kälte, noch selbst durch Siedhitze (während doch die „Appert'sche Methode“ bei andern Früchten gährungswidrig, conservirend wirkt) unwirksam gemacht werden; denn es gehen gefrorene und gekochte Rübensäfte nach der Scheidung noch in Gährung über, besonders die Süsswässer, wie allgemein bekannt ist. Wegen dieser Schwierigkeiten, welche der Fabrication aus den durch Frost und Thauwetter zu zersetzender Thätigkeit angeregten Fermenten des Saftes erwachsen; ferner auch wegen der störenden mechanischen Hindernisse, die gefrorene Rüben dem Zerreiben und Pressen verursachen, ist auf's sorgfältigste ein Erfrieren der Rüben während der Aufbewahrung zu vermeiden.

Ein zweites Erforderniss zum Gelingen der Aufbewahrung ist ein normaler Wassergehalt, eine frische Beschaffenheit der Rübe beim Einmieten, da die Erfahrung lehrt, dass welke Rüben in den Mieten leicht schimmeln und sich eher zersetzen als Rüben von normalem Wassergehalte.

Eine welke Beschaffenheit bekommen die Rüben durch die austrocknende Wirkung von Sonne und Wind, entweder beim Liegen an freier Luft nach dem Ausroden, oder noch während der Vegetation in einem Boden von geringer wasserhaltender Kraft bei anhaltender Hitze und Dürre. Im letztern Falle geben sie oft, gleich nach der Ernte verarbeitet, einen ebenso roth gefärbten Scheidesaft, wie man ihn bei besseren Rüben erst nach langer Aufbewahrung und eingetretener Erhitzung in den Mieten beobachtet. In solchen welk geernteten Rüben kann der Fabricant durch reichliches Begiessen derselben mit Wasser (Bespritzen mit einer Feuerspritze in den Mieten) leicht den natürlichen Feuchtigkeitsgehalt wieder hervorrufen, da die Rübe rasch Wasser aufnimmt. Dies Begiessen, wie es in Frankreich und Ungarn in sehr trockenen Jahren häufig geübt wird, hat aber weiter den Vortheil, dass durch Verdunsten eines Theiles Wasser die Temperatur in dem Rübenhaufen rasch erniedrigt wird, was nur gute Folgen haben kann. — Wie rasch die Rübe in solchem Zustande Wasser aufnimmt, geht aus einem Versuche hervor, den ich 1859 im Spätjahre anstellte, indem ich Rüben ganz mit Wasser bedeckt liegen liess. —

Die Rüben nahmen dabei in 24 Stunden 12,5% Wasser auf, bekamen ein kernigeres, gesunderes Aussehen, als die vom Felde, und brachen sehr knacksend. —

Nach abermals 24 Stunden hatten sie noch 3% Wasser aufgenommen und fingen immer mehr und mehr an zu platzen.

Nach weiterem 4tägigen Liegen im Wasser waren alle Seitenwände geplatzt, die Rüben waren weiss, färbten sich aber beim Liegen an der Luft rasch schwarz. Der geschiedene Saft war schleimig, aber sehr hell, während andere Rüben, die man eine ebenso lange Zeit der Luft ausgesetzt hatte, ganz dunkle Scheidungen gaben. Aus diesem extremen Falle glaube ich wenigstens schliessen zu dürfen, dass eine Rübe von normalem Wassergehalte immer eine bessere Scheidung giebt, als eine welke Rübe.

Stets aber ist das Welken der Rüben eine secundäre Erscheinung, in den meisten Fällen erst nach der Ernte hervorgerufen durch zu langes Liegen der Rüben an der freien Luft, wobei sie theils durch die Sonne erwärmt und dadurch zur späteren Gährung in den Mieten disponirt werden, theils durch trocknende Winde viel Wasser verlieren können. Daher die allgemein bewährte goldne Regel der Magdeburger: „Aus der Erde in die Erde," nach welcher man die Rüben

sofort nach dem Ausheben mit Erde oder Blättern bedeckt und sie dann rasch wieder in feuchte Erde einmietet. Daher ferner die Gewohnheit alter Practiker, die Rübenernte nur bei bedecktem Himmel, bei feuchter Luft, vorzunehmen („sie halten sich besser," sagt man) und die Rüben beim Transporte nach der Fabrik auf dem Wagen sorgfältig zu bedecken, überhaupt nie längere Zeit frei an der Luft liegen zu lassen. Daher auch die Klagen nach heissen trocknen Sommern, wo die „ebenso wie sonst aufbewahrten" Rüben sich schlechter hielten und links drehenden Fruchtzucker beim Polarisiren ergaben. Sie waren nicht „wie sonst," d. h. nicht mit demselben Wassergehalte, nicht in demselben normalen Zustande eingemietet, sie hatten durch Liegen in warmer Luft nach der Ernte nicht nur an Wasser sondern auch an Qualität verloren, mussten deshalb schädlichen Einflüssen in den Mieten leichter erliegen, als bei feuchtem Wetter geerntete und schnell bedeckte Rüben.

Die Schnelligkeit, mit der die Rüben, besonders an heissen, windigen Tagen Wasser verlieren, ist vielfach mittelst genauer Wagen constatirt, und meine eigenen Versuche bestätigen die älteren Versuche. Die Zuckerfabricanten heisser Länder haben demnach entschieden schwierigere Aufgaben hinsichtlich der Aufbewahrung der Rüben zu lösen, als die Nordländer, die mit häufigem Regen gesegnet, überhaupt climatisch günstiger situirt sind.

Das mehr oder weniger schwierige Aufbewahren der Rüben in den verschiedenen Jahrgängen scheint eben durch die mehr oder weniger heisse Witterung und mehr oder weniger Regen, den die Rübe in der Erde empfangen und ohne den die Rübe nicht gut gedeiht, noch weniger aber sich gut conservirt, bedingt zu sein. Man hat das „schlechte Sichhalten" der Rüben oft ganz anderen Ursachen zugeschrieben.

Es bietet also die Natur der Erde, in welche die Rüben unserer Regel gemäss sogleich nach ihrer Ernte kommen, ein Mittel, durch welches dieselben in Folge ihrer hygroscopischen Eigenschaften sich den erforderlichen Feuchtigkeitsgehalt leicht aneignen können, da die Erde doch meistens so viel abgiebt, dass ein Abwelken der Rüben nicht stattfindet.

Daher denn auch die Ansicht der Practiker, dass sich die Rüben in Mieten, mit schwerem Boden bedeckt, besser halten, als z. B. in mit Land beworfenen Rübenhaufen; daher die Ge-

wohnheit Vieler, feuchte Erde zwischen die eingemieteten Rüben zu werfen.

Viele haben mir versichert, folgenden interessanten Versuch angestellt zu haben. Zwei Rüben, deren eine schon 25 Proc. ihres Normalgewichtes an Wasser verloren hatte — also welk war — und eine andere Rübe in normalem Zustande wurden jede unter eine Glasglocke gehängt, die bei + 15° auf einem mit Wasser bedecktem Teller stand, also eine mit Feuchtigkeit vollständig gesättigte Luft enthielt. Nach einigen Tagen schon begann die anfangs welke Rübe zu schimmeln, während die andere sich Monate lang ohne Spur des Verderbens erhielt.

Aus diesen Beobachtungen dürfte der Schluss zu ziehen sein, dass die Rübe nicht mehr als 10 Proc. ihres normalen Wassergehaltes verlieren dürfe, wenn sie für die Aufbewahrung geeignet bleiben solle, und dass das Schimmeln der Rübe bei zu geringem Wassergehalte eher eintrete, als bei zu hohem.

Jedenfalls ist es eine unbestreitbare Thatsache, dass in allen Ländern, wo warme Sommer und wenig Regen die Regel ausmachen, die sogenannte „Trockenfäule" der Rüben sich findet und zwar vorzugsweise da, wo der sorgsame Wirth seine Rüben zu früh einmietet, so dass die warme Spätjahrssonne noch Zeit genug findet, die Oberfläche der Rübenhaufen tüchtig zu durchwärmen und dadurch eine Erhitzung der Rüben im Innern einzuleiten (daher das „Rauchen" der Mieten am Morgen). In solchen Fällen wäre ein späteres Einmieten bei kälteren Tagen gewiss rathsamer.

Dass das Austrocknen und Abwelken der Rüben vorzugsweise durch warme Luft und die Winde verursacht wird, erleidet keinen Zweifel. Bei der Aufbewahrung der Rüben wirken aber dieselben beiden Agentien conservirend; es fragt sich also nur, wann und in welchem Maasse man ihnen einen Einfluss auf die Rüben gestatten darf. Zur näheren Erörterung dieser Frage erlaube ich mir, hier eine Aufbewahrungsmethode vergleichsweise anzuführen, die bei Getreide, Früchten etc. in anderen Ländern üblich ist.

In Ungarn, einigen Theilen Russlands etc. bewahrt man nämlich das Getreide in Löchern auf, die in fester Erde (Lehm, Thon etc.) durch eine kleine sogenannte Einsteigeöffnung geringen Durchmessers ausgehöhlt werden, so dass sie grossen Flaschen in der Erde zu vergleichen sind. Dass in solche Höhlungen geschüttete Getreide hält sich bei gehörigem Verschlusse der Einsteigeöffnung unverändert und

kann nächsten Sommer im besten Zustande verwendet werden. Sollten sich nicht Rüben bei derselben Aufbewahrung ebenso gut conserviren? Der bisherige Erfolg angestellter Versuche verneint diese Frage; denn der geschiedene Saft so aufbewahrter Rüben soll von röthlicher Farbe gewesen sein und wenig Krystallzucker gegeben haben. Man folgert mit Recht daraus, dass stagnirende, sogenannte „gestockte“ Luft auf die Rüben ungünstig wirke, und dass eine, wenn auch nur mässige Circulation der Luft um und durch die Rüben nöthig sei, um die durch das Nachreifen der Rüben entwickelte Vegetationswärme, etwa gebildete Gase und überflüssige Feuchtigkeit abzuführen.

Nach dieser Theorie von dem Vortheile des Luftzuges wendete man nun früher überall eine künstliche Ventilation in ausgedehntem Maasse an; aber wie ein Zuwenig schädlich wirkt, so konnte auch ein Zuviel nicht vortheilhaft wirken, und die freiwillige Ausdünstung, die die Rüben unter einer dünnen Lage Erde erleiden, scheint jede andere künstlich eingerichtete Ventilation zu übertreffen und für das Gedeihen der Rüben am günstigsten zu wirken. Zu Anfang der Aufbewahrung, wo die Rüben am meisten Vegetationswärme entwickeln und das Ausdünsten von Feuchtigkeit am stärksten ist, muss natürlich der Luftwechsel mehr gefördert werden, als im Winter. Dies geschieht nun auch überall, indem man bis zur beginnenden Kälte entweder den Rücken der Miete, nur gegen Sonne und Wind geschützt leicht bedeckt hält, oder indem man, wie im Magdeburgischen, oben auf die Mieten an 2 oder 3 Stellen geflochtene Körbe beim Bewerfen stellt, die dann nach ihrer Entfernung leere oder doch nur schwach bedeckte Stellen zurücklassen. Erst beim Eintritte der Kälte wird die schützende Erddecke überall verstärkt; aber auch in dieser vollen Stärke gestattet sie den Rüben noch einen für die geringe Wintertemperatur hinreichenden Luftwechsel.

Bei Anwendung hölzerner Canäle zur Beförderung des Luftzuges erfrieren oft die ihnen zunächst liegenden Rüben und leiten durch Wiederaufthauen einen Zersetzungsprocess erst in sich, dann in der ganzen Miete ein; deshalb vermeide man solche Canäle und halte sich an eine anfangs schwache, nachher verstärkte Erdbedeckung, als das beste Ventilationsmittel zum Abführen der stagnirenden Luft und zugleich das sicherste Schutzmittel gegen Sonne und Frost. Nur gebe man nicht gleich nach der Ernte eine zu starke Erdschicht, da sonst die aus dem Innern kommende Feuchtigkeit, durch die dicke Bedeckung am Abzuge verhindert, an kältern Stellen des Haufens verdichtet wird

und dort unter Mitwirkung von Wärme in den Rüben eine unzeitige Vegetationsthätigkeit, eine künstliche Blattbildung anregt, die für die Rüben von höchstem Nachtheile ist.

Ein ebenso schädliches Auswachsen bewirkt oft das Licht, namentlich im Frühjahre. Zwar verarbeitet sich eine Rübe, die schon wieder Blätter getrieben hat, ganz gut in der Fabrik; aber das Auswachsen geschieht doch immer auf Kosten des Zuckers in der Rübe, anfangs freilich nur des im Kopfe enthaltenen.

Nichts ist für organische, gährungsfähige Substanzen verderblicher, als das Zusammenliegen mit faulenden organischen Stoffen, die hefenartig ihre ganze Umgebung anstecken und die vollständige Zersetzung derselben veranlassen. Bei der Aufbewahrung der Rüben sind daher alle Stoffe fern zu halten, durch welche Fäulniss eingeleitet werden kann, z. B. die rasch faulenden Rübenblätter, ferner verletzte Rüben, deren Saftinhalt durch Einfluss der Luft bald verdirbt und dann als Ferment wirkt. Auch Stroh darf nicht zum Bedecken der Mieten verwendet werden, weil es, theils durch Verdichtung der aus dem Innern kommenden Feuchtigkeit, theils durch Zurückhalten eingedrungenen Regens, bald in Fäulniss übergeht und mistähnlich wird. In der That findet man oft, dass die dicht unter dem Stroh liegenden oberen Rübenschichten schimmlig geworden sind.

Die Beschaffenheit der Rüben an sich, die Zusammensetzung ihres Saftes bedingt aber auch wesentlich ihre Haltbarkeit während des Aufbewahrens, so zwar, dass kleine und zuckerreiche Rüben sich weit besser conserviren, als grosse und zuckerarme, weil erstere meistens ärmer an Proteïnstoffen sind, als letztere. Diese Proteïnstoffe sind immer die Hauptagitatoren bei der Fäulniss; daher auch die Klagen über geringe Haltbarkeit der Rüben von stark gedüngten Feldern. Hätte man ein Mittel, die Proteïnstoffe gleich in den Rüben unschädlich zu machen, so wäre der ferneren Aufbewahrung alle Gefahr genommen. Die gasförmige schwefelige Säure — das „Schwefeln der Rüben" — hat man für ein solches Mittel ausgegeben; es ist aber meines Wissens nie in Wirklichkeit versucht worden.

Anstatt des Schwefelns der Rüben schlug Maumené das Conserviren des rohen Rübensaftes mit Kalk vor. Durch Kalkzusatz werden nämlich die Proteïnstoffe des Saftes schon in der Kälte zersetzt, wie man mittelst eines in Salzsäure getauchten Glasstabes aus ihrem Zersetzungsproducte, dem Ammoniak, sofort erkennen kann. Man setzt von 1 bis 5 Proc. Kalk zu je nach dem Gehalte der Rüben an Proteïn-

stoffen; je mehr Kalk, desto haltbarer ist der Saft. Ein Jahr hindurch conservirt er sich bei genügendem Kalkzusatze aufs Beste, und die Zuckerfabrication könnte also das ganze Jahr hindurch mit einem immer guten, ja sogar immer reiner werdenden Rohstoffe arbeiten, wenn nicht die Kostspieligkeit der für eine so grosse Menge Saft nöthigen bedeutenden Reservoire und die Schwierigkeit der Saftgewinnung aus den äusserst voluminösen Kalkniederschlägen die praktische Ausführung dieses Verfahrens finanziell unmöglich machten. Aber die Thatsache an sich, dass der Rübensaft auf so einfache Weise so lange conservirt werden kann, bleibt auch ohne die Möglichkeit ihrer Ausnutzung im Grossen höchst lehrreich und werthvoll.

Die Bedingungen, welche wir bisher als nothwendig für eine gute Aufbewahrung der Rüben betrachteten, hatten immer die Rübe als eine lebende Pflanze im Auge, und unser ganzes Streben war darauf gerichtet, das Leben der Pflanze, als das beste Conservationsmittel ihrer natürlichen, gesunden Beschaffenheit, also auch das beste Conservationsmittel des Zuckers in der Rübe, wach zu erhalten, alle dem Leben feindliche Einflüsse dagegen zu entfernen.

Das Verfahren, die Rüben im vollkommen getrockneten Zustande aufzubewahren, sucht mit dem entgegengesetzten Mittel, mit der Vernichtung aller Vegetationskraft, dasselbe zu erreichen, nämlich die Conservirung des Zuckers und die Beseitigung seiner chemischen Feinde. Es würde auch dieses Ziel erreichen, da die Proteïnstoffe durch Entfernung des Vegetationswassers der Rübe, durch das Trocknen, theilweise zersetzt, immer aber ihrer Fermentwirkung beraubt werden — wenn sich nur das Trockenverfahren in theoretischer Vollkommenheit ohne Weiteres im Grossen ausführen liesse, wenn diese Ausführung in Wirklichkeit nicht mit einer ziemlich bedeutenden Zuckerzersetzung verbunden und nicht so kostspielig wäre! — Es müssen nämlich die Rüben behufs der Trocknung doch bis December aufbewahrt werden, wenn die Trockenanstalten nicht unverhältnissmässig gross sein sollen. Man muss sie also doch für die erste Hälfte der Campagne in Mieten (wenn auch weniger vollkommene) bringen, so dass die Kosten einer sorgfältigen Einmietung aller Rüben am Ende nicht viel höher wären. Dann werden bei dem Zerkleinern der Rüben viele Saftzellen zerschnitten, wodurch man den Saft der schädlichen Einwirkung der Luft aussetzt, der während des Trockenprocesses, so lange noch Feuchtigkeit in den Rüben ist, fortdauert und wohl vielen Zucker zerstören mag. Ferner sind die Kosten des Trocknens nicht unbedeutend. Wir

werden in dem späteren Theile des Werkes sehen, dass 100 Pfd. Rüben um denselben Preis, den das Trocknen erfordert, eingemietet, zerrieben und gepresst werden können. Um diesen hohen Preis hat man nun aber keinesfalls ein entschieden gutes und unveränderliches Rohmaterial erzeugt; denn die getrockneten Rübenschnitte sind meistens hygroskopisch, ziehen nach und nach Wasser an und werden mehr oder weniger geschmeidig. Dann beginnt der Process der Zuckerzersetzung von Neuem, obgleich weit weniger energisch als bei den frischen Rübenschnitten. Wollte man nun alle Zersetzung vermeiden, dann müsste man die Schnitte in luftdicht verschlossenen Gefässen (mit Papier ausgeklebten Fässern oder dergleichen) aufbewahren! Also auch die Aufbewahrung der trocknen Rübe ist nicht ohne Schwierigkeit. — Interessant sind die in Amerika auf Wunsch des Congresses angestellten Versuche, ob nicht das Zuckerrohr mit Vortheil in den überseeischen Ländern getrocknet und nach Europa behufs rationellerer Verarbeitung verschifft werden könnte.

Das Endresultat der mit wissenschaftlicher Genauigkeit angestellten Prüfung war ein negatives; es stellte sich heraus, dass getrocknetes Zuckerrohr allerhand Zerstörungen, auch durch Würmer, ausgesetzt sei, und man kam zu dem nothwendigen Schlusse, die ganze Idee müsse als eine in der Praxis unausführbare aufgegeben werden. Wenn hiernach das Zuckerrohr, dessen Saft meistens eine fast chemisch reine Zuckerlösung mit ganz geringen Spuren von Proteïnstoffen und Salzen ist, nicht einmal ohne bedeutende Zuckereinbusse getrocknet conservirt werden konnte, wie viel schwieriger wird sich das Trockenverfahren bei den Rüben ausführen lassen, deren Saft so sehr veränderlich ist. Bildet sich doch selbst in getrockneten Rüben nach Frémy und Boutron auf Kosten ihres Zuckers durch eine langsame Umsetzung Milchsäure (Knapp).

Der Vortheil des Trockenverfahrens: ein das ganze Jahr hindurch möglicher Betrieb, wiegt diese bis jetzt für uns unvermeidlichen Nachtheile lange nicht auf.

Wir wenden uns nun zu der Aufbewahrung frischer Rüben, wie sie nach der gebräuchlichsten Methode in Wirklichkeit ausgeführt wird.

Zunächst musste die Natur der Rübe, als einer zweijährigen Pflanze, die im wilden Zustande in der Erde überwintert und doch vegetationsfähig bleibt, zu dem Versuche führen, ob sich die Rübe nicht an ihrem ursprünglichen Standorte unverändert aufbewahren liesse, besonders

wenn man sie noch ausserdem durch eine Decke von Erde gegen den Frost schützte. Achard liess im Winter 1803/4 die ganz entblatteten Rüben durch einen auf beiden Seiten geführten Pflug 4 bis 5 Zoll hoch gleichförmig mit Erde bedecken. — Es zeigte sich, dass eine solche Decke kein hinreichender Schutz gegen Frost sei, denn im Frühjahre waren die Rüben in eine breiartige Masse verwandelt.

Nach dem jetzt allgemein üblichen Verfahren gräbt man die Rüben wirklich aus und bewahrt sie in grösseren Haufen, „Mieten", auf, die sich mit geringen Kosten herstellen lassen. Werden diese Mieten auf dem Acker selbst errichtet, so verdienen die Stellen am Rande oder an den Wegen der bequemeren Abfuhr wegen den Vorzug gegen die Anlage derselben mitten im Acker, wo die Abfuhr namentlich bei schlechtem Wetter sehr erschwert, dabei die Spannkraft stark angestrengt und das Feld stark zerfahren wird.

Die Anlage der Mieten dicht bei der Fabrik ermöglicht nicht nur eine leichte, sichere Abfuhr zur Fabrik zu jeder Zeit, wodurch der Fabriksbetrieb am wenigsten Gefahr läuft, in seinem geregelten Gange gestört zu werden, sondern sie gestattet auch eine tägliche Controle des Zustandes der Rüben, der Temperaturen in den Mieten und in Folge dessen ein rasches Aufarbeiten derjenigen Rübenpartien, die etwa anfangen sollten zu leiden. Die Anfuhr grosser Mengen Rüben in dem kurzen Zeitraume der Ernte erfordert freilich viele Spannkräfte auf einmal und macht ein sorgfältiges Bedecken der Rüben auf dem Wagen nöthig; es ist aber für grosse Etablissements in Gegenden, deren Wege im Winter unfahrbar sind, von grossem Vortheile, wenn man wenigstens den grössten Theil der zu verarbeitenden Rüben in der Nähe hat.

Kleinere Fabriken haben wohl, wie im Magdeburgischen sehr oft, alle ihre Rüben oder doch den grössten Theil derselben auf dem Felde eingemietet und führen sie nach dem Bedarf der Fabrication heran; ebenso die Actienfabriken auf dem Lande, bei denen jeder Actionär seine Rüben auf dem eigenen, oft weit von der Fabrik entfernten Acker einmietet und zugleich die sorgfältigste Ueberwachung seiner Mieten im eigenen Interesse selbst übernimmt, weil er nur unverdorbene Rüben auf der Fabrik abliefern darf.

Die Mieten auf dem Felde werden nun entweder ganz über dem Boden angelegt, was stets da nöthig ist, wo sich leicht stehendes Wasser bilden kann, oder gewöhnlich an höher gelegenen Orten in ausge-

grabenen Vertiefungen. Die zur Aufnahme der Rüben dienenden Gruben macht man meistens 2 Fuss tief, wodurch man Erde genug zum spätern Bewerfen der Haufen erhält, und nicht über 3 bis 4 Fuss breit, damit man nicht zu viel Rüben auf einen Haufen bekommt, sondern ein für die schützende und ableitende Wirkung der Erddecke am besten geeignetes Verhältniss zwischen Oberfläche und Inhalt des Rübenhaufens. Die Länge der Gruben hat keine anderen als örtlichen Grenzen, und dadurch wird die Controle, Abfuhr etc. sehr erleichtert. Man kann zur grösseren Sicherheit gegen schädliche Einflüsse in langen Mieten hie und da Scheidewände von Erde stehen lassen, welche die ganze Masse der Rüben in einzelne Partien sondern. — Die Gruben werden nun 2 Fuss hoch mit Rüben gefüllt, und dann erst fängt man an, die Rüben mit dem Kopfe nach aussen die langen Seiten hinunter ordentlich zu schichten, indem man durch genaues Aneinanderlegen der Rüben in gleicher Höhe eine möglichst ebene Fläche bildet. Jede nächstfolgende Schicht wird dann ein wenig nach innen eingezogen, wodurch die Schichtebenen der gegenüberliegenden Seiten eine immer schräger gegen einander geneigte Lage bekommen, zuletzt zusammentreffen und jene gewölbte Oberfläche bilden, die den Regen schnell abfliessen macht und das Bedecken mit Erde sehr erleichtert. Das Schichten der Rüben geschieht nur im äussern Umfange des Haufens, nur mit einer Rübenlänge, in der Mitte der Pyramidenform sind die Rüben lose und unregelmässig eingeworfen.

Die beiden schmalen Seiten der Mieten, ihre Kopfenden, werden durch eine eben solche Schichtung geschlossen; die Längenrichtung der ganzen Miete nimmt man meistens von Norden nach Süden. Dadurch werden die langen Seiten der Mieten, also die grösste Masse der Rüben vor den Einflüssen eines eisigen Nordwindes oder einer südlichen Sonne auf einfache Weise geschützt. Das Bedecken der Mieten geschieht gleich 6 Zoll stark, der Rücken bleibt jedoch anfangs beinahe unbedeckt. Wird die Kälte empfindlicher, so muss die schützende Erddecke um 1 Fuss verstärkt werden, bis man zuletzt vor eintretendem Froste ringsherum 2 bis 3 Fuss stark bewirft.

Wenn hierbei der Erdbewurf nicht zu früh, sondern gerade zu der Zeit geschieht, wo ihn die Rüben bedürfen, so wird diese Art der Einmietung immer einen günstigen Erfolg haben; denn die Temperatur, die in der Erde immer weniger bedeutenden Schwankungen unterliegt, als in der Luft, wird durch die geschützte Lage der Rüben im Boden und zugleich unter einer von oben schützenden Erddecke in dem

Haufen immer in den normalen Grenzen gehalten werden. Ausserdem empfiehlt sich diese Methode durch Billigkeit der Herstellung.

Andere lassen die Mieten mehr über die Erde setzen, sie haben dann mehr Rüben am äusseren Rande zu schichten und müssen die Erde zum Bedecken aus dem umgebenden Felde graben lassen. Was man dabei am Ausgraben zu ersparen glaubt, geht durch das Mehrschichten der Rübe, schwierigeres Bewerfen etc. wieder verloren. Im Allgemeinen scheint mir diese Art weniger vortheilhaft zu sein, als die obige.

Da 1 Cubikfuss Raum in den Mieten circa 30 bis 40 Pfd. Rüben fasst, so fasst der laufende Fuss solcher Mieten ungefähr (3 . 3 . 30) = 270 bis (3 . 3 . 40) = 360 Pfund Rüben.

Die langen Mieten verdienen ihrer geringen Kosten und ihrer grossen Oberfläche wegen entschieden den Vorzug vor den runden, die immer mehr herzustellen kosten, ausserdem aber ein für die Aufbewahrung ungünstiges Verhältniss zwischen Oberfläche und Inhalt darbieten.

In Südrussland auf der Gräfl. Bobriusky'schen Fabrik ist eine ganz andere Art der Aufbewahrung üblich, von der beifolgender Durchschnitt (Fig. 24) ein Bild giebt. Die Rüben kommen ganz in die Erde in einen mit starker Böschung ausgegrabenen Canal. 18 Zoll über der Sohle desselben ist ein Rost *d* von gewöhnlichem Scheitholze angebracht, auf dem die Rüben bis einige Zolle unter dem Niveau der Bodenoberfläche liegen. In die Mitte oben legt man eine in Form eines Dreieckes zusammengelegte Bretterrinne *g*, das sogenannte Schild, um die Ausdünstungsfläche zu vergrössern. — Das Ganze bekommt eine Decke *e* von Stroh und feiner Erde, die man nach Maassgabe der durch das eingesenkte Thermometer *f* angezeigten Temperaturveränderungen schwächt oder verstärkt.

Fig. 24.



Von der Sohle der Miete bis zu den Holzscheiten bleibt ein freier Raum, durch den man mittelst zweier an den Seiten in die Höhe führender Canäle eine Art Ventilation unter den Rüben bewirkt, so dass des Nachts die kalte Luft eintreten kann, während am Tage das Zudecken dieser Luftlöcher den Zutritt der Wärme verhindert.

Eine andere in Russland vielfach gebräuchliche Art der Aufbe-

wahrung ist die in Kellern. Figur 25 giebt einen Durchschnitt eines solchen Kellers, der aus zwei Etagen besteht und mit Erde gedekt

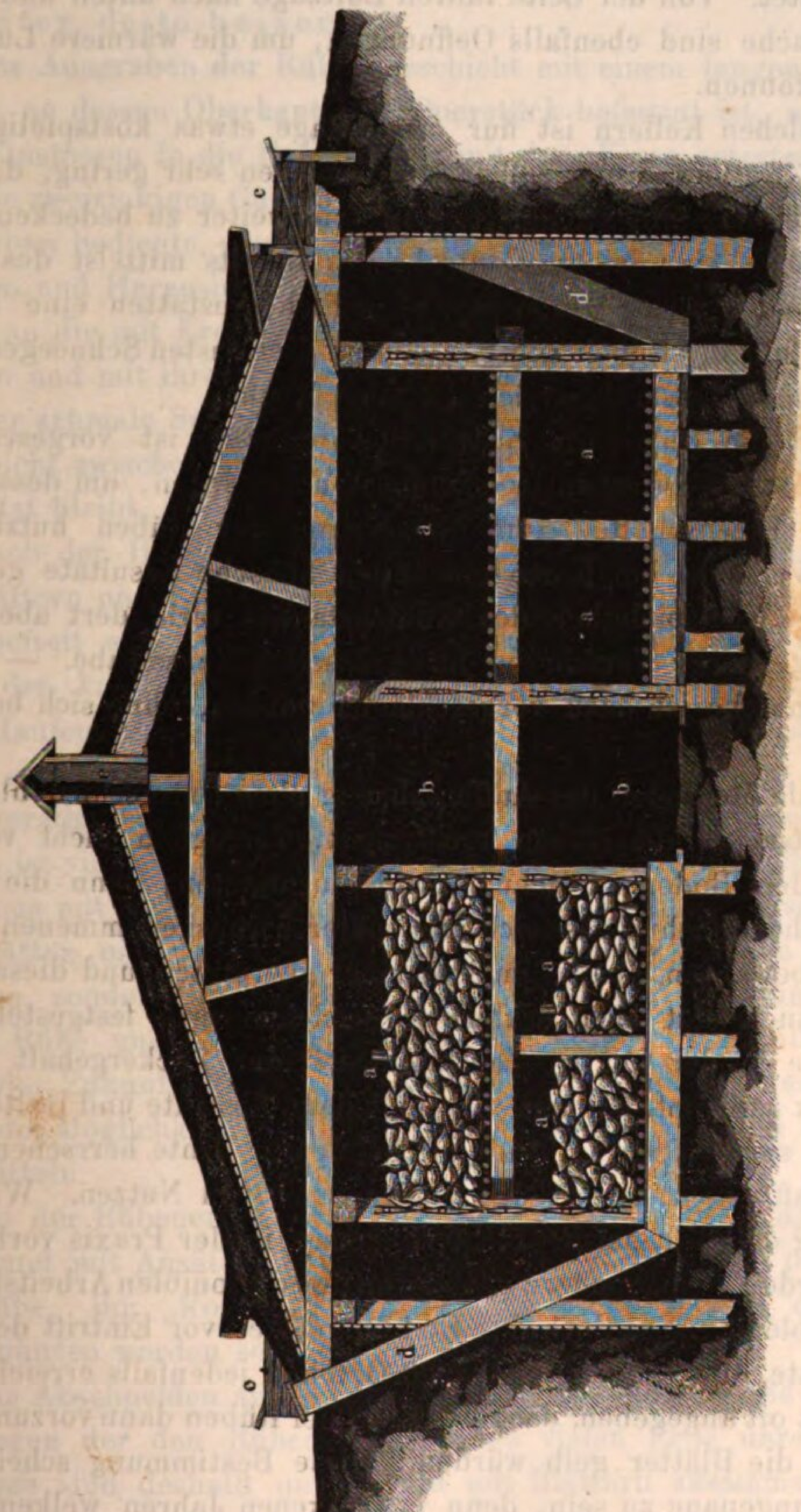


Fig. 25.

ist. — Auf jeder der Etagen, deren Böden aus Flechtwerk oder durchlöcherten Brettern angefertigt sind, werden die Rüben 3 Fuss hoch aufgeschichtet. Von der Seite führen Luftzüge nach unten und oben, auf dem Dache sind ebenfalls Oeffnungen, um die wärmere Luft abführen zu können.

Bei solchen Kellern ist nur die Anlage etwas kostspielig; die Kosten der Aufbewahrung selber sind dagegen sehr gering, da man die Rüben einfach hineinschüttet, ohne sie weiter zu bedecken. Die Keller machen eine leichte Controle des Inhalts mittelst des Thermometers und directer Beobachtung möglich, gestatten eine leichte Zu- und Abfuhr der Rüben selbst in dem ungestümsten Schneegestöber, und die Rüben conserviren sich darin recht gut.

Anstatt die Rüben in Erde aufzubewahren, ist vorgeschlagen worden, dieselben zwischen Holzkohlenstaub zu legen, um dessen absorbirende Eigenschaften zum Conserviren der Rüben nutzbar zu machen. Versuche bei Kartoffeln sollen hübsche Resultate gegeben haben. Die Kostspieligkeit des Kohlenstaubes verhindert aber eine Anwendung dieses Verfahrens im grösseren Maassstabe. — Auch Steinkohlenasche ist dazu vorgeschlagen worden, ohne sich bewährt zu haben.

Für alle Methoden der Aufbewahrung ohne Unterschied bleibt es eine Hauptsache, die Rüben recht spät, womöglich nicht vor October aus dem Boden zu nehmen und einzumieten; denn die allgemeine Erfahrung lehrt, dass sich alle später herausgenommenen Rüben besser aufbewahren, als die im September geernteten, und diese Thatsache ist auch jetzt leicht erklärlich, nachdem man festgestellt hat, dass gerade in der letzten Vegetationszeit der Zuckergehalt in der Rübe stark zunimmt, mit ihm also erst dann die Güte und Haltbarkeit des Saftes sich befestigt. Auch die bei später Ernte herrschende geringere Lufttemperatur ist den Rüben sehr von Nutzen. Während der Anfang der Rübenernte nicht so genau in der Praxis vorher bestimmt werden kann, sondern immer von den disponiblen Arbeitskräften abhängig bleibt, muss doch das Ende derselben vor Eintritt der stärkeren Fröste, also vor dem 15. bis 20. October, jedenfalls erreicht sein. Man findet oft angegeben, dass die Ernte der Rüben dann vorzunehmen sei, wenn die Blätter gelb würden. Diese Bestimmung scheint mir eine sehr ungenaue zu sein, denn in trockenen Jahren welken schon im Juli viele Blätter und werden gelb, während bei Eintritt der kühleren Nächte und häufigeren Niederschläge die Rüben oft im September

wieder neue, grüne Blätter treiben. — Da eine wirkliche Reife der Rüben im ersten Jahre nicht eintritt, so ist auch kein Merkmal derselben wahrnehmbar, und die einzige praktische Regel bleibt immer: Je später, desto besser!

Das Ausgraben der Rüben geschieht mit einem langen, schmalen Spaten, an dessen Oberkante ein Querstück befestigt ist, auf welches beim Einstossen in die Erde kräftig mit dem Fusse getreten wird.

Die zweizinkigen Gabeln, deren man sich früher zum Herausnehmen der Rüben bediente, sind gänzlich zu verwerfen, da sie bei dem zum Lockern und Herausheben der Rübe nöthigen Andrücken des Instruments an die mit Erde umgebene Rübe leicht durch die Erdschichte dringen und mit ihren Spitzen die Rübe verwunden.

Der schmale Spaten hingegen lässt beim Andrücken immer eine Erdschicht zwischen sich und der Rübe, wodurch diese vor Verletzungen geschützt bleibt.

Nach der Herausnahme werden die Rüben durch Aufheben an den Blättern und Zusammenklopfen der Wurzeln von der anhängenden Erde befreit und auf kleine Haufen geworfen, nachdem die Blätter durch den kräftigen Hieb eines langen Messers abgeschlagen sind. Diese Haufen werden dann zum Schutze gegen Sonne und austrocknende Winde sofort mit Blättern bedeckt, damit sie nicht in einen welken Zustand gerathen, dessen Nachtheile wir schon früher besprochen haben.

Es ist vielfach vorgeschlagen worden, die Rüben nach der Herausnahme mit den Blättern der Art in Haufen zusammenzusetzen, dass die Blätter nach aussen kommen, welche so die Rübe nicht nur schützen, sondern auch eine Fortsetzung der Zuckerbildungsfunction in der Rübe und damit eine Saftveredlung bewirken sollen. — Es bleibt der Zukunft vorbehalten, die Richtigkeit dieser Theorie, überhaupt die Möglichkeit und Rentabilität des Verfahrens in der Praxis zu ermitteln.

Bei der Rübenernte ist es immer noch eine offene Frage, ob der grüne und mit Ansätzen abgefallener Blätter versehene obere Theil der Rübe, ihr „Kopf", gleich bei der Herausnahme der Rüben abgeschnitten werden soll oder erst später.

Das Abschneiden auf dem Felde geschieht bei der Eile der Arbeit und wegen der den Rüben anhaftenden vielen Erde unregelmässig, die Köpfe sind deshalb unrein und mit Blättern zusammenhängend, lassen sich also nicht so vortheilhaft verfüttern, wie im gereinigten Zustande. Ausserdem wird durch die frische Schnittfläche eine Menge

Saft dem ungehinderten Einflusse der Luft dargeboten und dadurch die Haltbarkeit der ganzen Rübe stark beeinträchtigt.

Lässt man dagegen die Köpfe an der Rübe sitzen, so beschleunigt man die Erntearbeit, befördert die Haltbarkeit der Rübe und bietet einem etwa eintretenden Auswachsen der Rübe in der Miete den Kopf zur Nahrung, während bei einer kopflosen Rübe gleich der gute Theil derselben zu dieser Nachvegetation verwandt wird. Dann geschieht auch das Abschneiden nach dem Waschen in der Fabrik weit leichter, und die reineren Köpfe liefern ein weit zuträglicheres Viehfutter. — Grosse Etablissements, die die Köpfe gar nicht abschneiden lassen, müssen sich mit schlechterer und geringerer Ausbeute an Zucker begnügen, da der Kopf neben weniger Zucker als der übrige Theil der Rübe bekanntlich viel Salze enthält, die der Krystallisation des Zuckers immer hinderlich sind. Der Saft des Kopfes enthält oft in 100 Thln. gelöster fester Stoffe nur 65 Thle. Zucker, während der Saft der zugehörigen Rübe 75 Thle. Zucker zeigt. Das Qualitätsverhältniss zwischen beiden kann aber nach Düngung, Cultur etc. sehr verschieden ausfallen.

Der durch das Abschlagen der Köpfe verursachte Abfall in den Zuckerfabriken ist verschieden nach der Art der Rüben, der Cultur etc.; man kann ihn jedoch zu 6 bis 15% annehmen.

Die Rüben, welche man in den ersten Monaten der Campagne bis Mitte November zu verarbeiten denkt, mietet man nicht ein, sondern stapelt sie in 3′ hohen und 3′ breiten, pyramidenförmigen, lose mit Stroh bedeckten Haufen im Fabrikhofe auf und nimmt davon nach täglichem Bedarf in der Fabrik. Dadurch erspart man das Einmieten der Rübe von $2^1/_2$ Monaten oder des Drittels, oft auch der Hälfte der ganzen Rübenmengen.

Die Gewinnung des Saftes aus den Rüben.

Waschen und Putzen der Rüben.

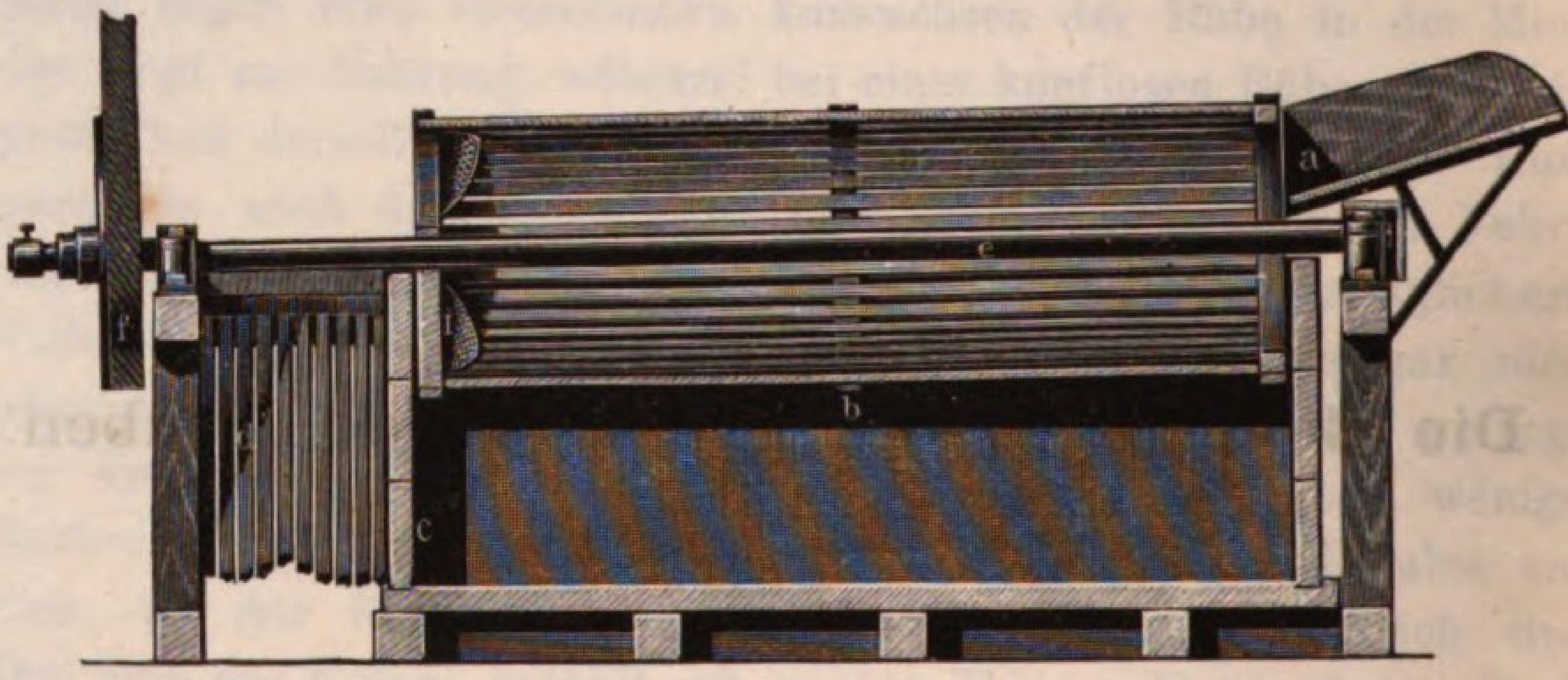
Den Rüben hängt stets mehr oder weniger Erde an, je nach der Beschaffenheit des Bodens, in dem sie wuchsen, je nach der grösseren oder geringeren Feuchtigkeit bei der Ernte, je nach dem mehr oder weniger schlanken Wuchse der Wurzel.

Für die Zuckerfabrication würde diese Erde nur den einen, allerdings nicht unbedeutenden, Nachtheil haben, dass sie die Zähne der Reibe abstumpfte, also ein häufiges Auswechseln der Sägeblätter nöthig machte. Ausserdem möchten aber die Rückstände der Saftgewinnung ebenso wie die Rübenköpfe, wenn verunreinigt mit Erde, dem Viehe weniger zuträglich sein als im reinen Zustande; ihr Werth würde mithin nicht unerheblich verringert. Man wäscht daher die Rüben allgemein, ehe sie zur weiteren Verarbeitung gelangen und bedient sich dazu der allbekannten Waschmaschine, Fig. 26 (a. f. S.)

Durch den schrägen Rumpf *a* fallen die Rüben in die sich drehende Lattentrommel *b* von circa 10′ Länge und 3 bis $3^1/_2$′ Durchmesser, die unten circa 7″ bis 9″ in das im Kasten *c* befindliche Wasser taucht. Die Rüben werden in der Trommel ein wenig gehoben, rutschen dann zurück und reiben so aneinander und an den Latten

ihre anhängende Erde ab, die im Wasser zu Boden sinkt. An dem entgegengesetzten Ende der Trommel sind schiefe Ebenen *i* angebracht,

Fig. 26.



welche die gewaschenen Rüben wieder herauswerfen auf den geneigten Lattenrost *d*, der weiteren Bearbeitung entgegen. Die von den Rüben abgespülte Erde sammelt sich nebst den abgerissenen Wurzelfasern und dünneren Rübenschwänzen im Kasten *c* rasch an und macht das Wasser bald so schmutzig, dass die Wäsche mit demselben immer unvollständiger und deshalb ein öfterer Ersatz durch reines Wasser im Verlaufe einer Arbeitsschicht nöthig wird. Ausserdem muss der am Boden des Kastens *c* sich ansammelnde festere Schlamm, der nicht beim Ablassen des Wassers aus dem unten am Kasten angebrachten Zapfloche mit weggespült wird, wiederholt mittelst Krücken durch ein dicht über dem Boden befindliches Mannloch herausgekratzt werden, eine sehr beschwerliche und zeitraubende Arbeit, die man in der Regel beim Schichtwechsel und in den 12-Uhr-Pausen, also 4mal in 24 Stunden, vornimmt, es sei denn, dass aussergewöhnlich schmutzige Rüben eine noch öftere Entleerung erforderten.

Dieses Uebelstandes wegen hat man versucht, die Schnecken-Waschmaschine (Fig. 27 u. 28), wie man sie früher zur Reinigung der Knochenkohle benutzte, zur Rübenwäsche anzuwenden, und zwar mit Erfolg. Die Rüben werden bei *d* eingeworfen und von der Schnecke *c* dem Wasser, welches von oben bei *w* einströmt, entgegengeführt, um bei *e* gereinigt auszufallen. Nur muss man die Windungen der Schnecken für Rüben etwas weiter nehmen als bei den zur Kohlenwäsche benutzten Maschinen. Robert hat versucht, die Schnecke

durch vereinzelte gusseiserne Knaggen mit abgestumpften Ecken herzustellen.

Fig. 27.

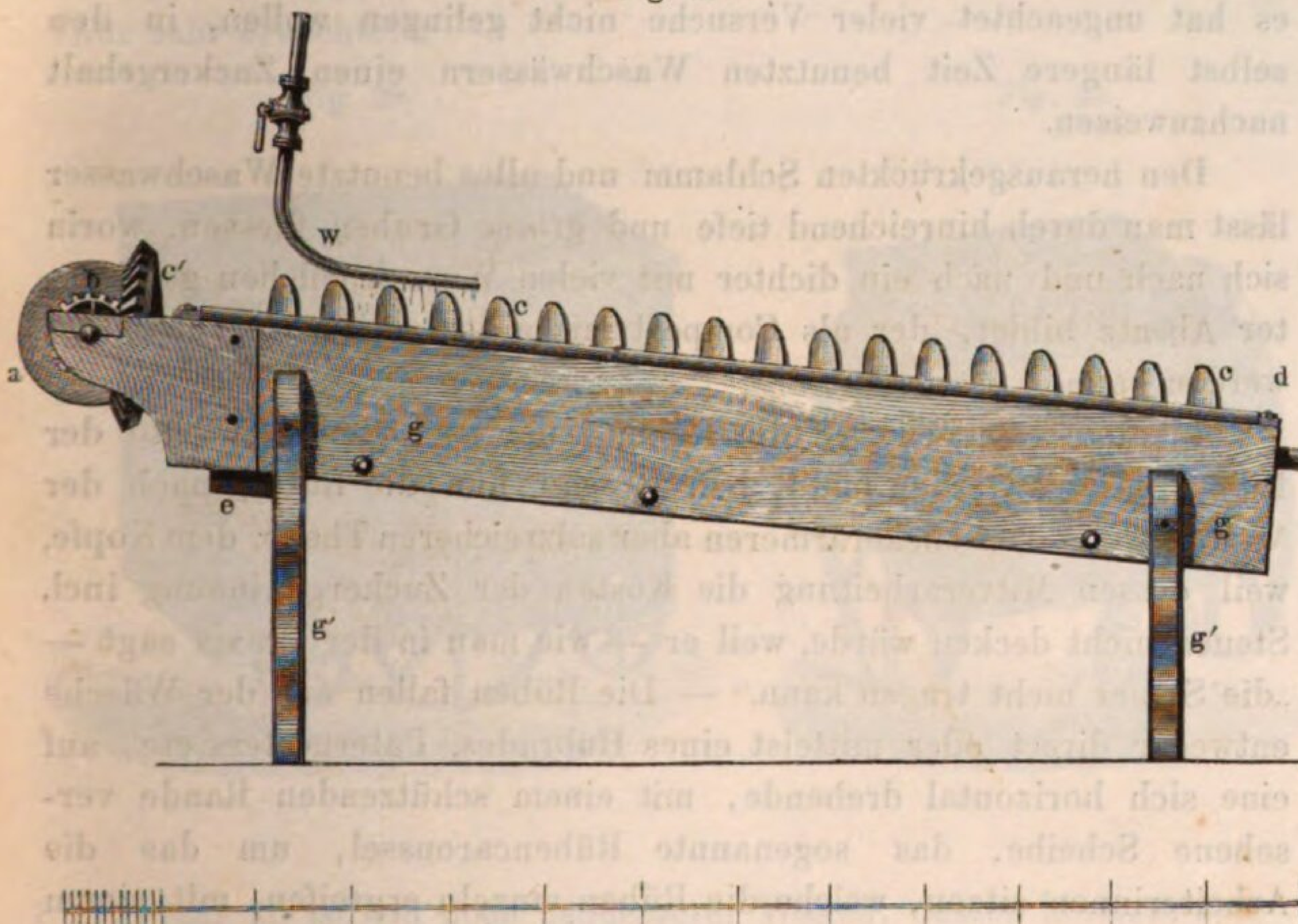
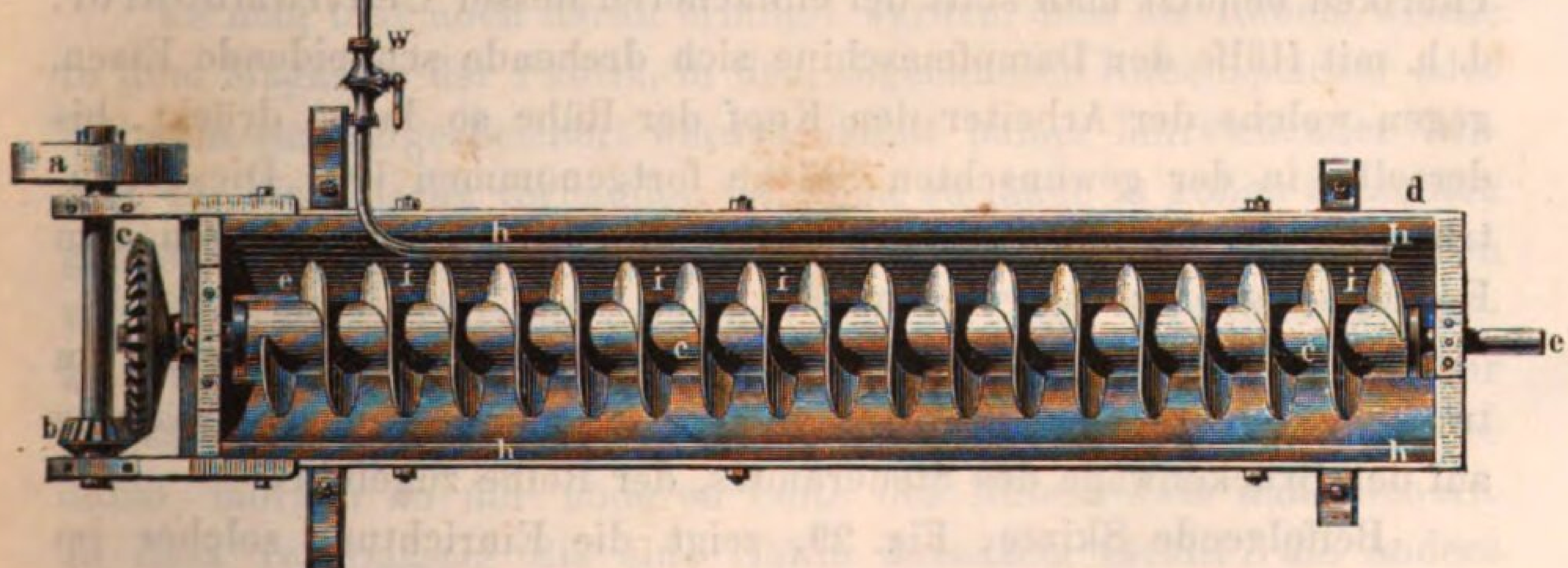


Fig. 28.



Diese Waschmaschinen haben den Vorzug vor der Trommelwäsche, dass bei ihrer Anwendung stets frisches Wasser die Rüben umspült und die Erde beständig fortgeführt wird. Am häufigsten benutzt man sie zur sogenannten Nachwäsche, indem man die Rüben

erst durch die Waschtrommel und dann durch die Schnecke passiren lässt. Einen Saftverlust, den man vielleicht befürchten könnte, erleiden die Rüben durch die längere Dauer der Wäsche nicht, denn es hat ungeachtet vieler Versuche nicht gelingen wollen, in den selbst längere Zeit benutzten Waschwässern einen Zuckergehalt nachzuweisen.

Den herausgekrückten Schlamm und alles benutzte Waschwasser lässt man durch hinreichend tiefe und grosse Gruben fliessen, worin sich nach und nach ein dichter mit vielen Wurzeltheilchen gemischter Absatz bildet, der als Compost mit grossem Nutzen verwendet werden kann.

In allen Ländern, wo die Rübensteuer nach dem Gewichte der Rüben bezahlt werden muss, befreit man nun die Rüben nach der Wäsche von ihrem zuckerärmeren aber salzreicheren Theile, dem Kopfe, weil dessen Mitverarbeitung die Kosten der Zuckergewinnung incl. Steuer nicht decken würde, weil er — wie man in der Praxis sagt — „die Steuer nicht tragen kann.“ — Die Rüben fallen aus der Wäsche entweder direct oder mittelst eines Hubrades, Paternosters etc., auf eine sich horizontal drehende, mit einem schützenden Rande versehene Scheibe, das sogenannte Rübencaroussel, um das die Arbeiterinnen sitzen, welche die Rüben einzeln ergreifen, mit einem scharfen Messer den Kopf, so weit er grün ist und Blattansätze zeigt, abschneiden und etwaige faule Stellen der Rübe, („Stockflecke“) mit der Spitze des Messers ausbohren. — In einigen Fabriken benutzt man statt der einfacheren Messer Centrumbohrer, d. h. mit Hülfe der Dampfmaschine sich drehende schneidende Eisen, gegen welche der Arbeiter den Kopf der Rübe so lange drückt, bis derselbe in der gewünschten Stärke fortgenommen ist. Diese Centrumbohrer sind immer noch besser, als die an anderen Orten zum Entköpfen gebrauchten Hackmesser.

Die rein gewaschene und geputzte Rübe wird dann in leicht zu transportirende Wagen geworfen und darin, nach geschehener Wägung auf der Brückenwage des Steueramtes, der Reibe zugeführt.

Beifolgende Skizze, Fig. 29, zeigt die Einrichtung solcher im Zollvereine allgemein üblicher Rübenwagen, die auch für andere Länder zum leichten Transporte wohl zu empfehlen sind. Die ganze Last des Wagens ruht auf dem grossen Rade in der Mitte, welches zugleich ein leichtes Wenden möglich macht, während die kleinen Räder an den Seiten nur den Zweck haben, das nach vorn oder hinten

ausschlagende Uebergewicht des Kastens zu tragen. *a* ist eine Thür, die durch den Griff *b* leicht geöffnet und geschlossen wird. *cc* ist ein schräger Boden, der das Herausfallen der Rüben beim Oeffnen der Thür sehr erleichtert.

Fig. 29.

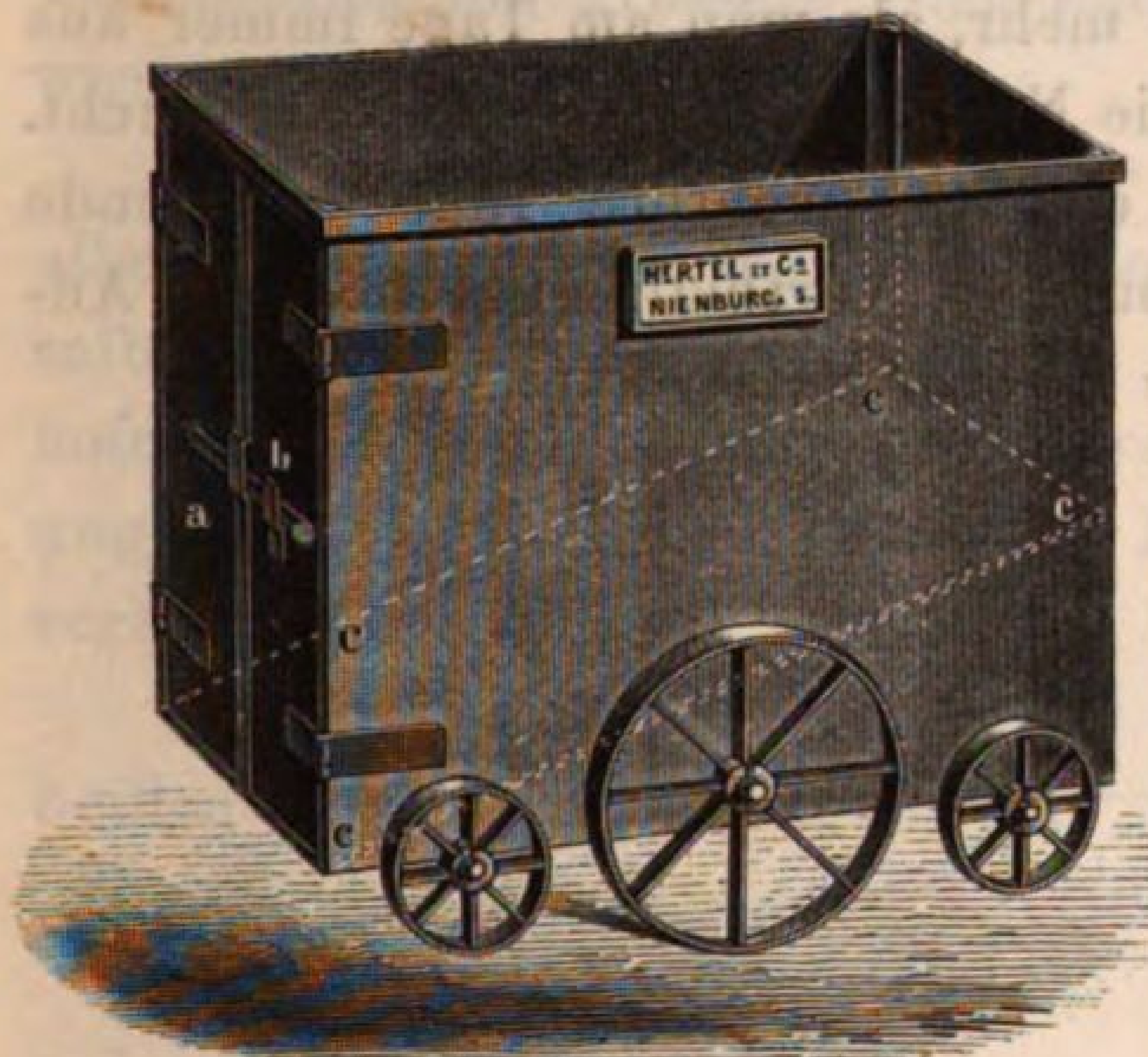
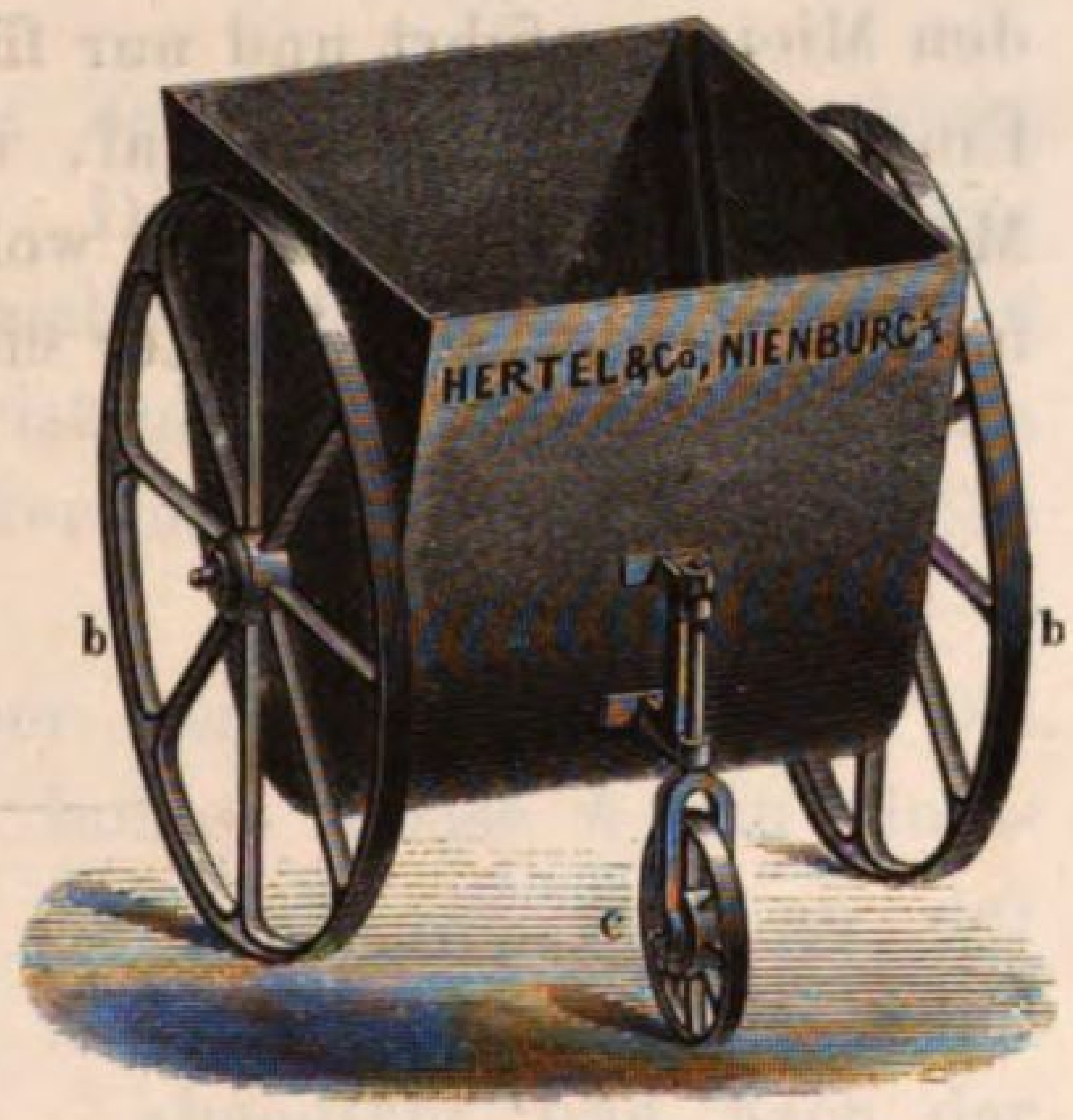


Fig. 30.



Figur 30 ist ein noch bequemerer Wagen, dessen hinteres Rad *c* zum Lenken dient, während auf *bb* die Last ruht. Der Arbeiter fasst bei *c* an und kippt den Kasten mit Leichtigkeit um, wodurch sich der Inhalt entleert.

Es mag hier noch daran erinnert werden, dass die Rüben, welche in dem Magazine der Fabrik, in dem sogenannten Rübenspeicher oder Rübenhause, aufgespeichert werden, damit immer hinreichender Vorrath für die Wäsche vorhanden ist, nicht zu lange in hohen Schichten gelagert bleiben dürfen. Ein langes Uebereinanderliegen der Rüben veranlasst eine Erhitzung derselben und in Folge dessen einen dunkelrothen Scheidesaft. Man lässt also am zweckmässigsten das für 1 Tag nöthige Rübenquantum immer abwechselnd, heute an der einen, morgen an der anderen Seite des Rübenlocals aufspeichern, so dass regelmässig die eine Hälfte desselben gefüllt, die andere dagegen entleert wird. Die Ordnung und Regelmässigkeit des Betriebes, die in der ganzen Rübenindustrie herrschen muss, sollte man auch im Rübenspeicher nicht vernachlässigen. Der für die Rüben im Rübenlocale erforderliche Raum ist nicht gross. 1 Ctr. (100 Pfd.) lose über einander geschütteter Rüben nimmt circa $^1/_3$ Cubikfuss

Raum ein; eine Fabrik, die 1000 Ctr. Rüben täglich verarbeitet, erfordert demnach, wenn man immer nur die für eine Tagarbeit (24 Stunden) nöthige Menge aufspeichern will, als Minimum einen Raum von circa 3000 Cubikfuss. Da nun die Rüben 4′ hoch im Speicher liegen dürfen, unter der Bedingung, dass sie regelmässig jeden Tag rein aufgearbeitet werden, so würde bei 25′ Breite (ohne Gang) eine Länge des Gebäudes von 30′ genügen, um so mehr, als man am Tage immer aus den Mieten zuführt und nur für die Nacht Vorrath zu halten braucht. Ein zu grosses Rübenlocal, das eine für mehrere Tage genügende Menge Rüben fasst, bietet wohl nur den Vortheil, dass man die Anfuhr bei schlechtem Wetter einige Zeit aussetzen kann.

Das Zerreiben der Rüben.

Um den Saft der Rübe zu gewinnen ist es zuvor nöthig, ihren trotz der Dünnwandigkeit der Zellen sehr widerstandsfähigen anatomischen Bau zu zerstören. Aus einer ganzen Rübe, wie sie die Natur liefert, kann selbst die grosse Kraft der hydraulischen Presse nur wenig Saft pressen; ebenso kann eine ganze Rübe Tage lang im Wasser liegen, ohne ihren Zucker an das Wasser abzugeben. Wird hingegen die Rübe zerschnitten oder zerrieben, so erfolgt die Saftgewinnung in beiden Fällen um so leichter und mit um so grösserem Ertrage, je mehr Zellen durch Zerreissen der Zellenwandung geöffnet sind. Die erste und hauptsächlichste Bedingung der Saftgewinnung ist daher die Oeffnung der Rübenzellchen, eine Arbeit, die keineswegs so leicht und so vollständig auszuführen ist, als dies auf den ersten Blick erscheint. Mikroskopische Beobachtungen ergaben auf die Länge von 1 Millimeter etwa 10 Zellen; das macht also auf 1 Cubik-

millimeter 1000 und auf 1 preussischen Cubikzoll nicht weniger als $1^{3}/_{4}$ Millionen Zellen (Ketzke, Vereinsschrift für R.-Z.-I., Bd. 6, S. 334). Ein Aufschliessen aller Zellen ist hiernach nicht zu erreichen, da die Zähne der allgemein gebräuchlichen Reibeblätter $^{1}/_{12}$ bis $^{1}/_{10}$ Zoll, also über 2 Millimeter, auseinander stehen, folglich nur einen Theil der Zellen wirklich zerreissen können, während der zwischenliegende grössere Theil wohl nur gequetscht oder verschoben wird.

Die mechanische Ausführung des Zellenzerreissens geschieht allgemein durch die sogenannte Reibe. Die Anforderungen an dieselbe sind sehr hoch und werden in vielen Fällen nur ungenügend befriedigt, indem oft eine geringere Leistung der Reibe viele Zellen ungeöffnet, den darin enthaltenen Zucker mithin für die Fabrication verloren gehen lässt.

Figur 31 zeigt das Gerippe einer (einfachen) Reibe. Die beiden Scheiben *aa* bilden mit der hohlen Achse *b* ein Gussstück; sie sind an der Peripherie genau rund abgedreht und nach der inneren Seite mit Nuthen versehen, in welche die Sägeblätter nebst Hölzern zu liegen kommen. Durch die hohle Achse *b* geht, wohl befestigt, eine schmiedeeiserne Welle mit zwei Riemscheiben *c*, die zum Auflegen der Riemen, also zur Uebertragung der Kraft, dienen. Dieses Gerippe der sogenannten Reibetrommel wird auf ein eisernes Untergestell gelegt, in dessen beiden Pfannenlagern es sich mit den Laufstellen seiner Achse dreht. Bringt man nur auf einer der Scheiben *c* einen Treibriemen an, so entsteht beim Umlaufe durch die zur Kraftübertragung nöthige Spannung desselben ein seitliches Ziehen, welches die Lager einseitig abnutzt, die ganze Trommel allmälig in eine schiefe Lage bringt und dadurch ein höchst unvollkommenes Reiben, einen nicht hinreichend feinen Brei veranlasst. Am besten wendet man daher zwei Treibriemen, an jeder Seite einen, an, wodurch man eine gleichmässige Abnutzung der Lager, eine ruhige Drehung der Trommel ohne Stossen und deshalb einen

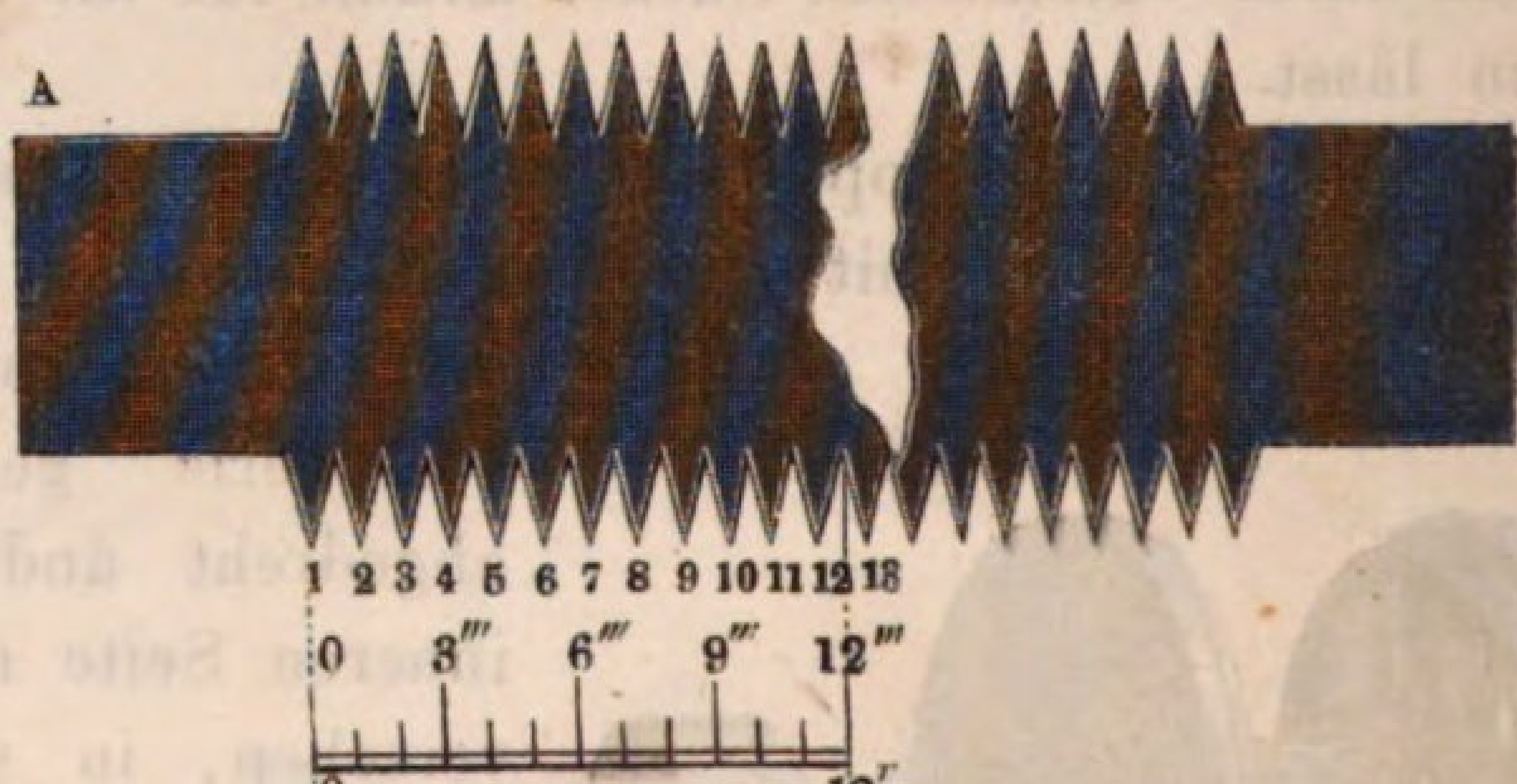
Fig. 31.



feinen Brei erzielt, während man ausserdem ein Reissen der Riemen weniger zu befürchten hat. Auch ist es zu empfehlen, diese Riemen nicht von oben oder von der Seite, sondern stets von unten ziehen zu lassen, damit die Achse (und Trommel) stets auf das festliegende Unterlager gedrückt und das Ganze nicht seitlich verschoben werde.

Das in Figur 31 betrachtete Gerippe erhält nun in den beiden Falzen der Scheiben *a* eine „Armirung", nämlich eine Einlage von „Reibeblättern" (Sägeblättern), von deren beiden Enden (die Mitte ist ausgeschnitten) die Figuren 32 u. 33 deutliche Illustrationen in natürlicher Grösse geben. Die Enden passen genau in die beiden Falze am Rande jeder der Scheiben *a* und überragen die äussersten

Fig. 32.



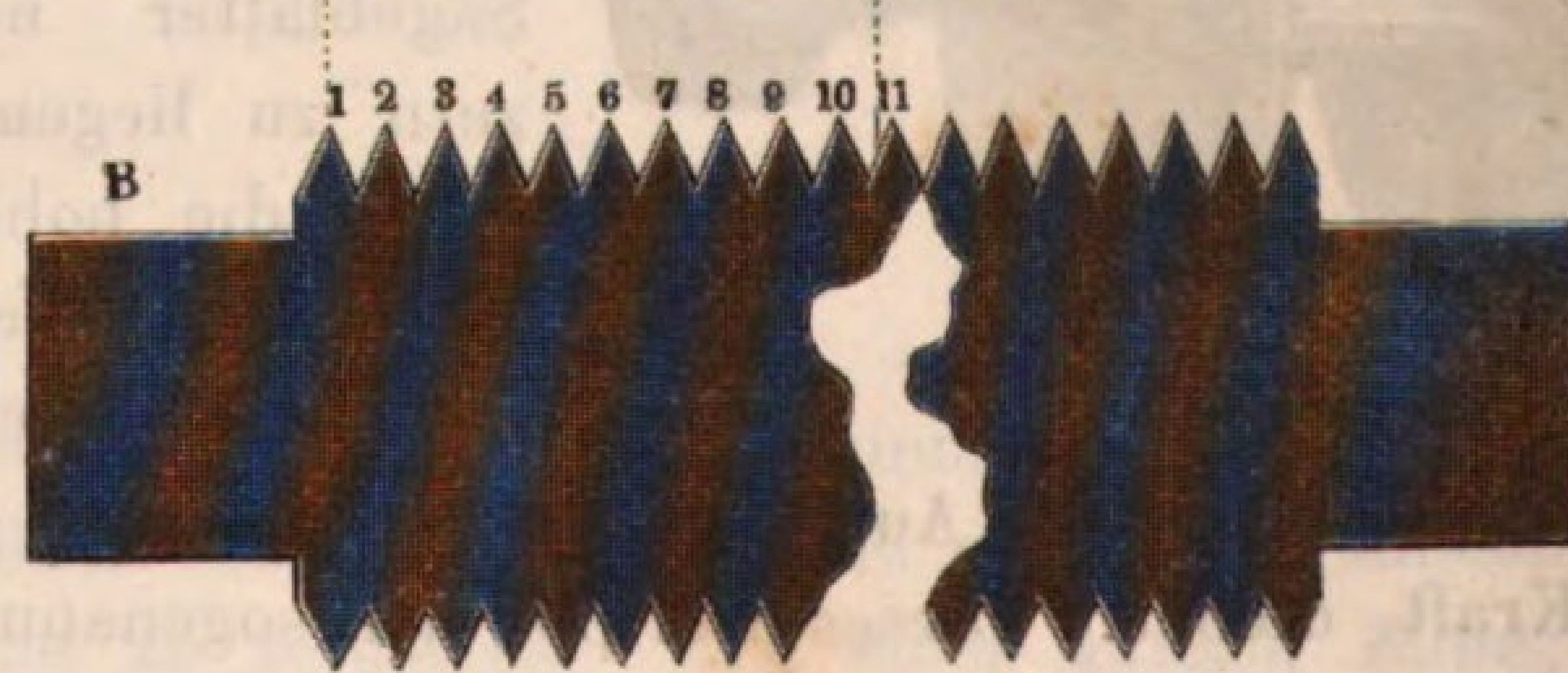


Fig. 33.

Kanten von *a* um die Höhe der Zähne. Neben ein solches Sägeblatt wird eine um die Höhe der Sägezähne schmalere dünne Holzplatte von derselben Form gelegt, dann wieder ein Reibeblatt und so fort wechselsweise, bis der ganze Umfang der Trommel damit besetzt ist.

Das Material, aus dem diese Sägeblätter gefertigt werden, ist Eisen oder Stahl. Letzteres hat den Vortheil einer längeren Dauer, während Eisen die Möglichkeit öfterer Reparatur bietet, da Steine oder harte Gegenstände die eisernen Zähne nicht abbrechen, wie die stählernen,

sondern einfach umbiegen, was leicht wieder zu richten ist. Dass etwas mehr Maschinenkraft zu derselben Leistung bei eisernen Sägen erforderlich ist, dürfte einleuchtend sein, da Eisen nicht so scharf schneidet wie Stahl, der demnach bei gefrorenen Rüben raschere Arbeit ermöglicht.

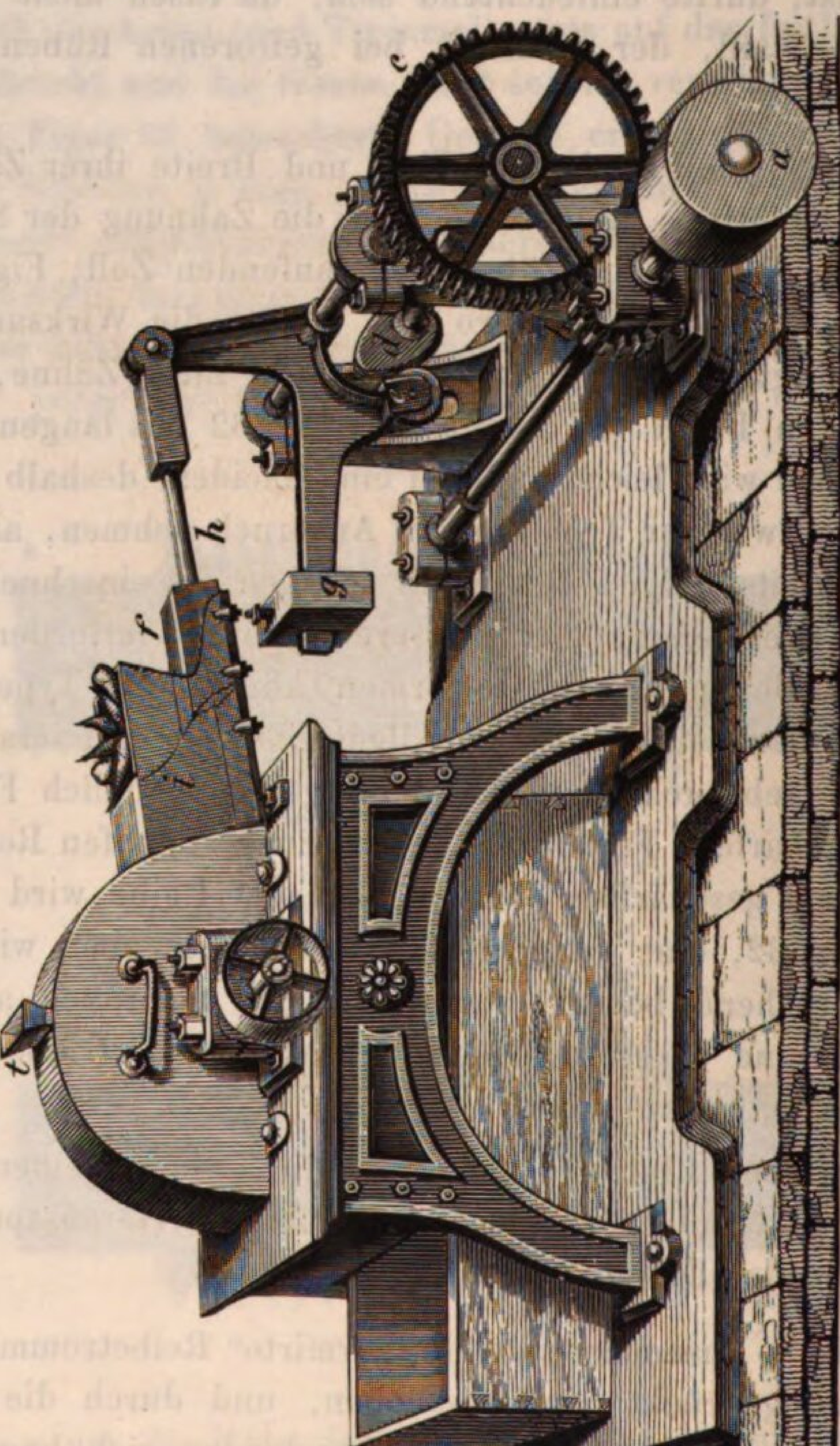
Fig. 32 u. 33 sind zwei nach Tiefe und Breite ihrer Zähne verschiedene Sägeblätter. Man bezeichnet die Zahnung der Sägen gewöhnlich nach Anzahl der Zähne pro laufenden Zoll; Fig. 32 z. B. hat 12, Fig. 33 nur 10 Zähne pro Zoll. Aber die Wirksamkeit der Sägeblätter hängt nicht nur von der Anzahl ihrer Zähne, sondern auch von deren Form und Länge ab. Fig. 32 mit langen, schmalspitzigen Zähnen wird leicht und tief einschneiden, deshalb gröberen Brei liefern und weniger Triebkraft in Anspruch nehmen, als Fig. 33, deren kurze, breitspitzige Zähne mehr schaben als einschneiden, deshalb feineren Brei liefern, aber grössere Triebkraft erfordern. Beide hier unterschiedenen Sägeblätterformen können als Typen für die Beschaffenheit der Reibeblätter im Allgemeinen in den verschiedenen Stadien ihres Gebrauches auf der Reibe gelten, nämlich Fig. 32 als Typus einer scharfen, Fig. 33 als Typus einer stumpfen Reibe; denn eine frische, mit geschärften Zähnen versehene Reibe wird sich verhalten wie Fig. 32, eine längere Zeit gebrauchte aber wie Fig. 33. Diesem entsprechend bedarf eine durch den Gebrauch abgenutzte Reibetrommel eine grössere Maschinenkraft zum Betriebe, als eine frisch eingesetzte, spitzzahnige.

Beim Betriebe stülpt man oben über die Trommel einen sie rings umschliessenden Mantel von Eisenblech, um das Herausspritzen des Breies während der Drehung zu verhindern.

Gegen die so zusammengesetzte, „armirte" Reibetrommel werden nun die Rüben gedrückt oder geschoben, und durch die verschiedene Ausführung dieser Operation unterscheiden sich hauptsächlich die jetzt gebräuchlichen Reiben. Früher wurden die Rüben durch Handarbeit an die Trommel geschoben; aber bald bediente man sich dazu der durch Maschinenkraft getriebenen mechanischen Stösser, der *„poussoirs mécaniques"*, welche gleichmässiger und energischer wirken. Dieser Poussoir *f* Fig. 34 a. f. S. wird durch eine excentrische Scheibe *d* in die Höhe gehoben, oder zurückgezogen, was den Vortheil hat, dass der Niedergang oder das Andrücken durch ein Gewicht bewerkstelligt werden kann. Das Gewicht *g* muss

schwer genug sein, um den Widerstand der Rüben im Rumpfe *i* in jedem Falle zu überwinden. Ein zu leichtes Gewicht nöthigt den Arbeiter

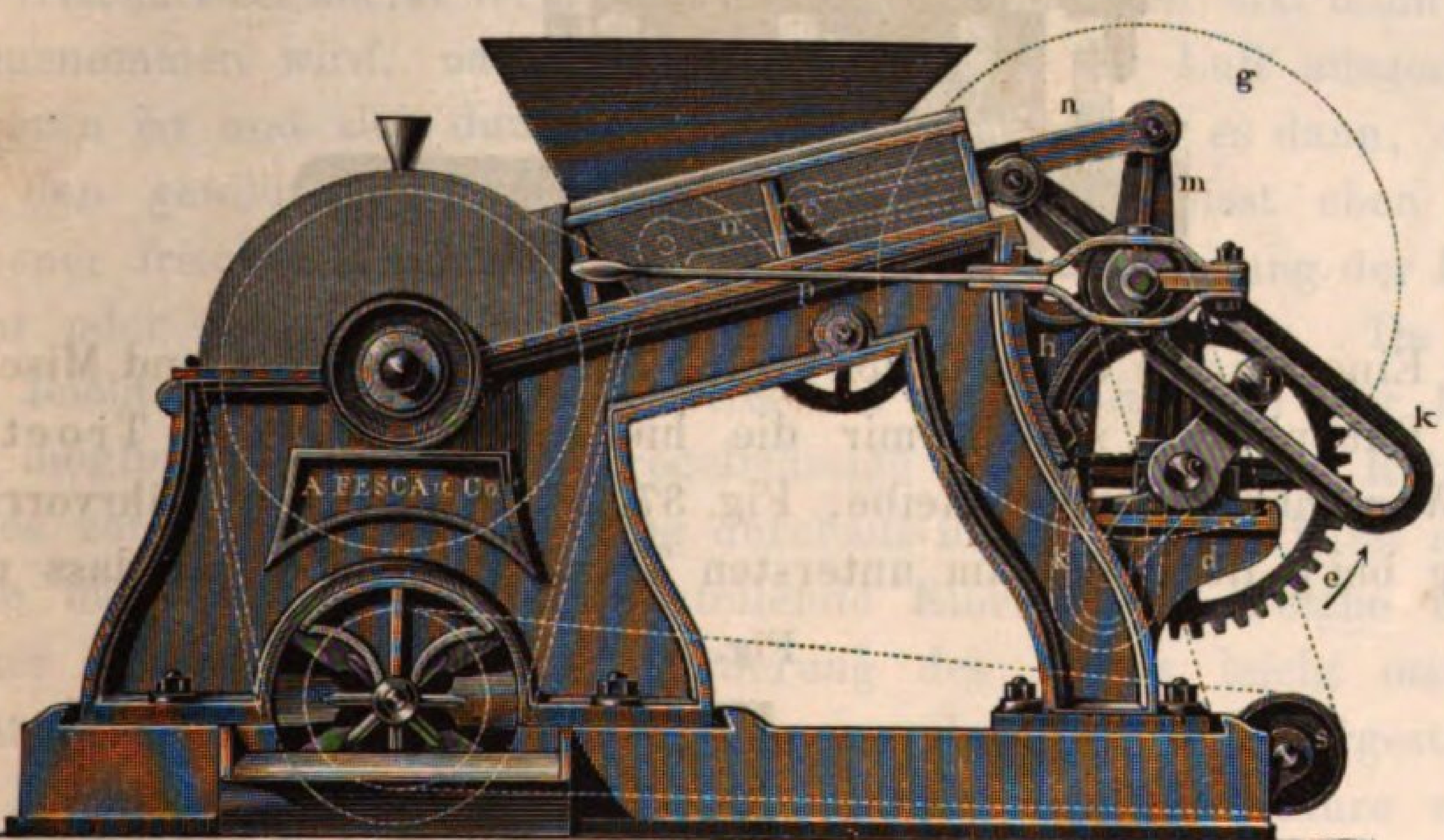
Fig. 34.



oft, auf den Gewichtshebel zu drücken, um den Druck zu forciren. Die excentrische Scheibe *d* ist auf dieser Zeichnung fehlerhaft ausgeführt; sie muss nämlich eine solche Form haben, dass sie während $^3/_4$ ihrer Drehung den Poussoir gegen die Trommel drückt und denselben im letzten Viertel der Drehung den ganzen Weg zurückzieht. Dadurch wird der Druck der Rüben gegen die Reibtrommel langsamer und der

Brei feiner, die Arbeit bei doppelten Stössern auch regelmässiger. Im Allgemeinen muss diese in neuester Zeit nicht mehr in Anwendung kommende Poussoirvorrichtung eine sehr sinnreiche genannt werden, einmal, weil man die Bewegung des Poussoirs schnell hemmen und dann leicht zu dem Raume vor der Trommel kommen kann, um Steine oder andere Hindernisse zu entfernen, ohne dass das übrige Getriebe der Reibe in der Bewegung gehemmt wird; dann ferner, weil das Gewicht einen Regulator des Druckes bildet, den man beliebig verstärken oder schwächen kann. Die excentrischen Scheiben hat man nun, Fig. 35 u. 36 (Fig. 36 a. f. S.), durch Krumm-

Fig. 35.



zapfen *ii* ersetzt, welche sich in einem Schlitz der längeren Hebelarme *kk* bewegen und dadurch die Bewegung der kürzeren Hebelarme *m* mit den Poussoirstangen *n* veranlassen.

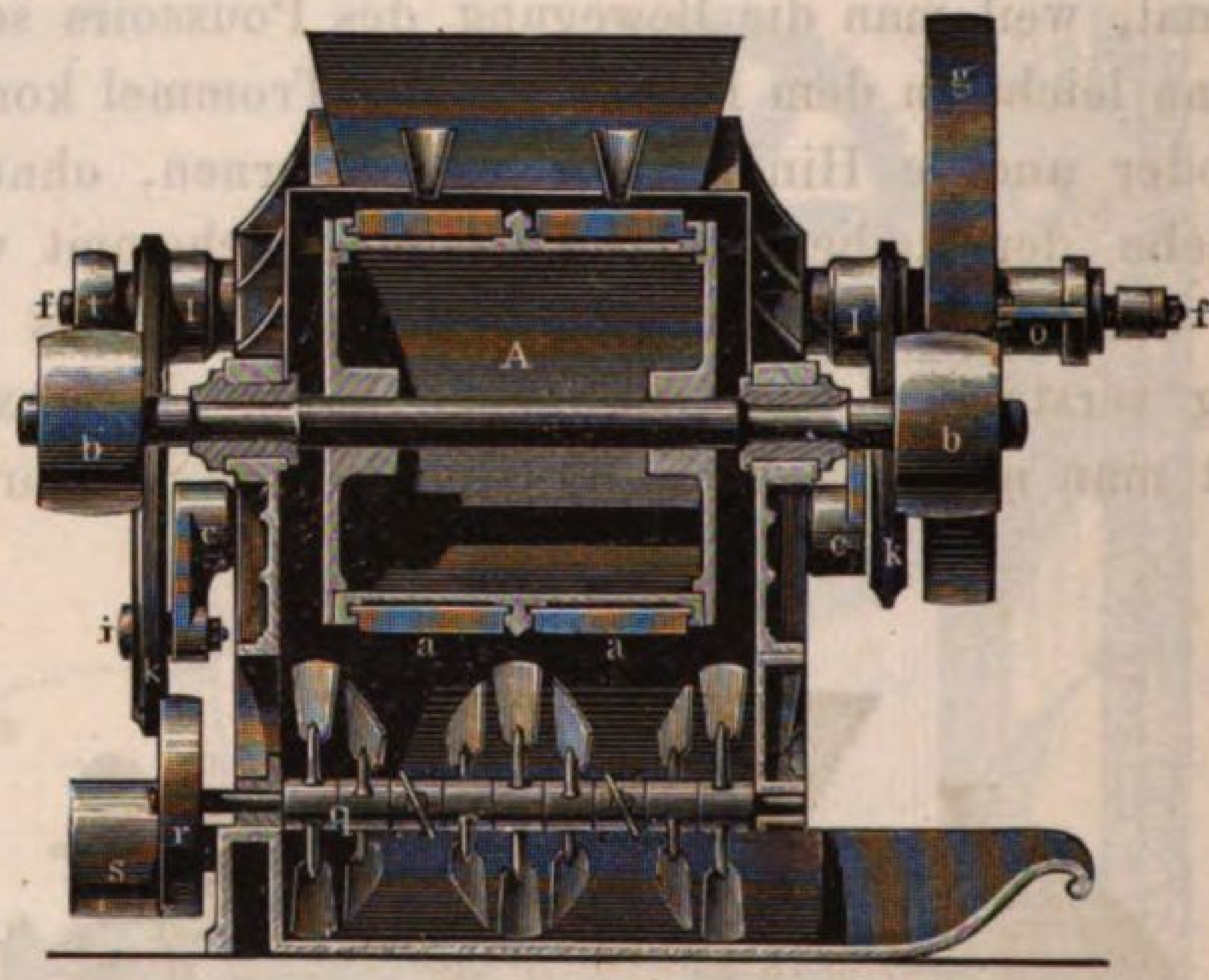
Die Kurbelwelle *c* dreht sich mit dem Zahnrade *e*, und da die Kurbelzapfen *i* beim Herandrücken der Poussoirs auf die längere Hälfte, beim Zurückziehen derselben aber auf die kürzere Hälfte des geschlitzten Hebels wirken, so bewirken sie auch ein langsameres Herandrücken und rascheres Zurückziehen der Poussoirs.

Ausserdem befindet sich an dieser Reibe eine Rührvorrichtung, bestehend aus einer Welle *q* mit Schaufeln besetzt, welche bei richtiger Drehung den Brei mischen und ihn dabei herausschieben.

Diese Construction der Poussoirbewegung ist übrigens nicht den Herren A. Fesca u. Co. allein eigen, sondern sie ist von

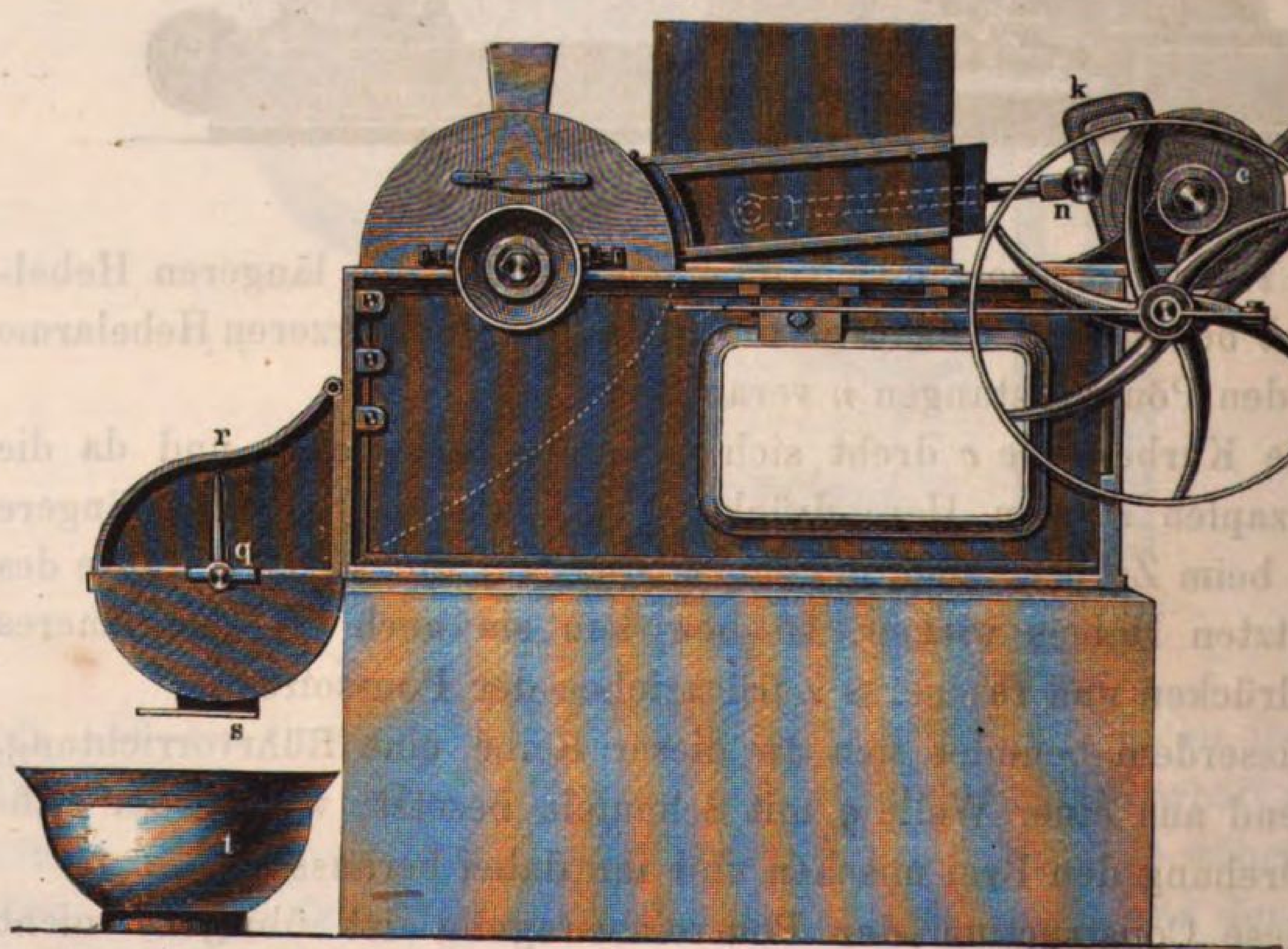
anderen Maschinenfabriken früher ausgeführt (wenn auch vielleicht ohne Rührvorrichtung).

Fig. 36.



Eine bessere Construction in Beziehung auf Rühren und Mischen des Rübenbreies scheint mir die hier abgebildete von Troetzer in Warschau gelieferte Reibe, Fig. 37, zu bieten. Die Rührvorrichtung bei *q* liegt hier am untersten Theile der Reibe, so dass man

Fig. 37.



durch Oeffnen des Deckels *r* leicht dazu kommen kann. Dieser Deckel *r* scheint mir ganz zweckmässig, die Reinlichkeit zu befördern und die sonst heftige Luftströmung zu mässigen. Das Charakteristische dieser Construction liegt aber vorzüglich darin, dass der Brei, nachdem er durch die Rührvorrichtung gehörig mit dem etwa auf dem Reibecylinder laufenden Wasser gemischt ist, von unten mittelst einer geeigneten Vorrichtung bei *s* in ein Gefäss *t* abgelassen wird. Diese Einrichtung eines periodischen Breiauswurfes zwingt den Arbeiter, den ältesten Brei immer zuerst fortzuschaffen, während bei den gewöhnlichen Reiben, bei denen der Arbeiter den Brei an derselben Stelle fortnimmt, wohin ihn die Reibe eben wirft, meistens der frische Brei zuerst verbraucht, der ältere dagegen erst dann mit weggenommen wird, nachdem er längere Zeit der Luft ausgesetzt gewesen ist und sich dunkel gefärbt hat. So kommt es dann, dass bei den gewöhnlichen Reiben noch weisser, das heisst eben geriebener frischer Brei, und brauner, durch die Einwirkung der Luft mehr oder weniger dunkel gefärbter, gemischt erscheinen. Da bei der leichten Zersetzbarkeit des frischen Rübensaftes an der Luft die möglichst schnelle und regelmässige Entfernung des Rübenbreies zur weiteren Verarbeitung durchaus nöthig ist, so kann man diese mit wenig Kosten herzustellende Einrichtung, welche eine immer gleichmässige Weiterbeförderung des Breies leicht macht, recht wohl empfehlen. Das Geschlossene des ganzen Untergestells der Reibe würde ausserdem die Anwendung der Kohlensäure zum Schutze des Breies gegen den Einfluss der Luft bei diesem Processe wesentlich erleichtern.

Die bisher beschriebenen Poussoirs wirken nun stoss- oder wechselweise, so dass bei der einfachen Reibe zwischen zwei Stössen eine vollständige Pause eintritt, bei der getheilten aber immer nur ein grösserer oder geringerer Theil der Reibe wirklich in Thätigkeit ist. Die Figuren 38, 39 u. 40 (a. f. S.) zeigen die Seitenansicht, den verticalen und horizontalen Durchschnitt einer von F. A. Klusemann in Sudenburg-Magdeburg construirten Reibe, bei der die Rüben continuirlich an die ganze Breite der Reibetrommel geführt werden mittelst der durch die Riemenscheibe *c* in Bewegung gesetzten cannelirten Walze *a*, welche mit ihren Cannelirungen die durch den Rumpf *b* einfallenden Rüben ununterbrochen an die Reibetrommel drückt. Es ist klar, dass hier der Druck gleichmässiger wirkt, deshalb auch die bewegende Kraft der Dampfmaschine gleichmässiger in Anspruch

genommen, und dass wegen der perpetuirlichen Wirkung des Druckes mit derselben reibenden Oberfläche in derselben Zeit mehr Brei erzielt wird, als durch die abwechselnd wirkenden Poussoirs. Derselbe Zweck wird durch eine noch einfachere Vorrichtung erreicht, die

Fig. 38.

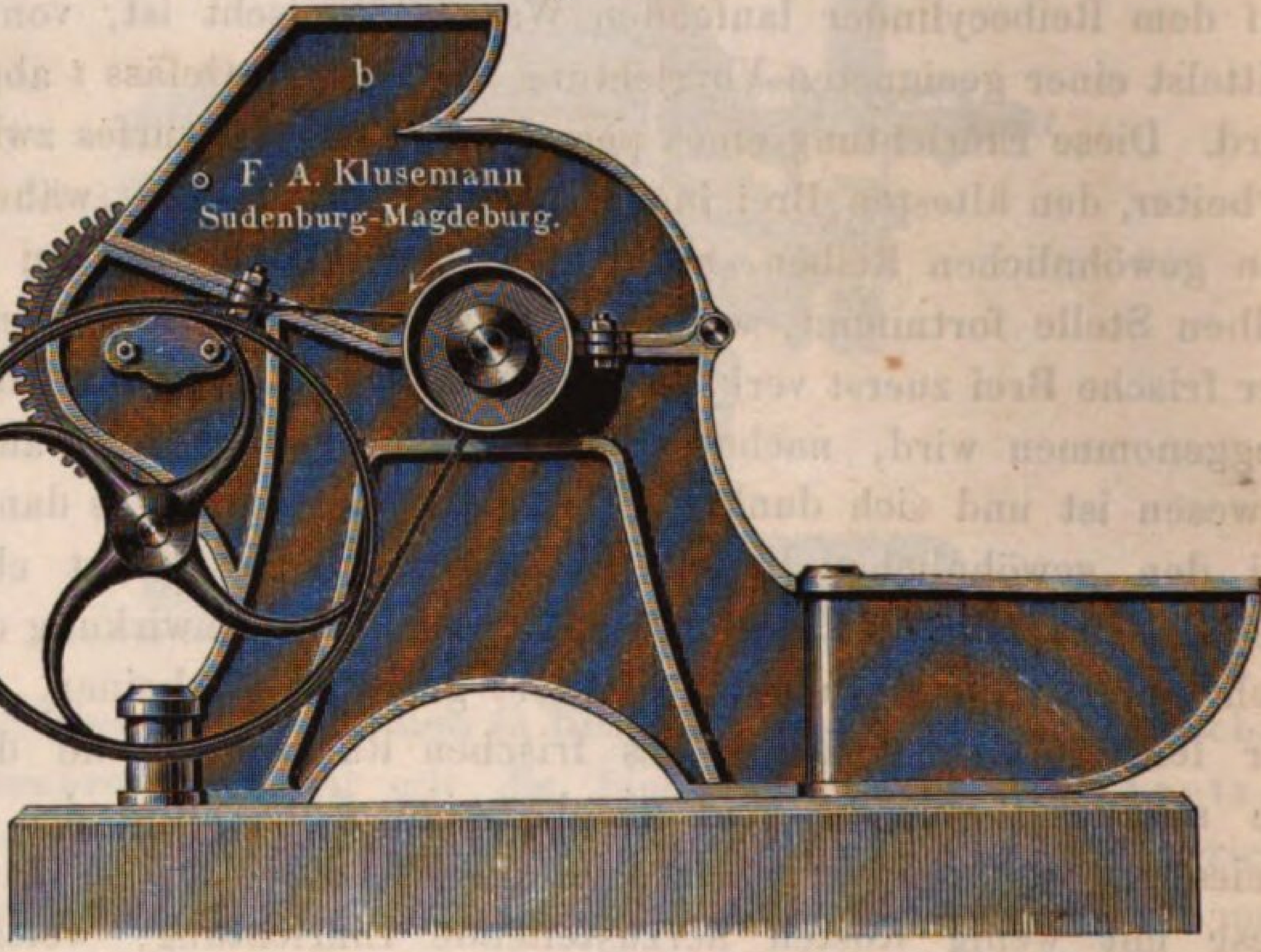
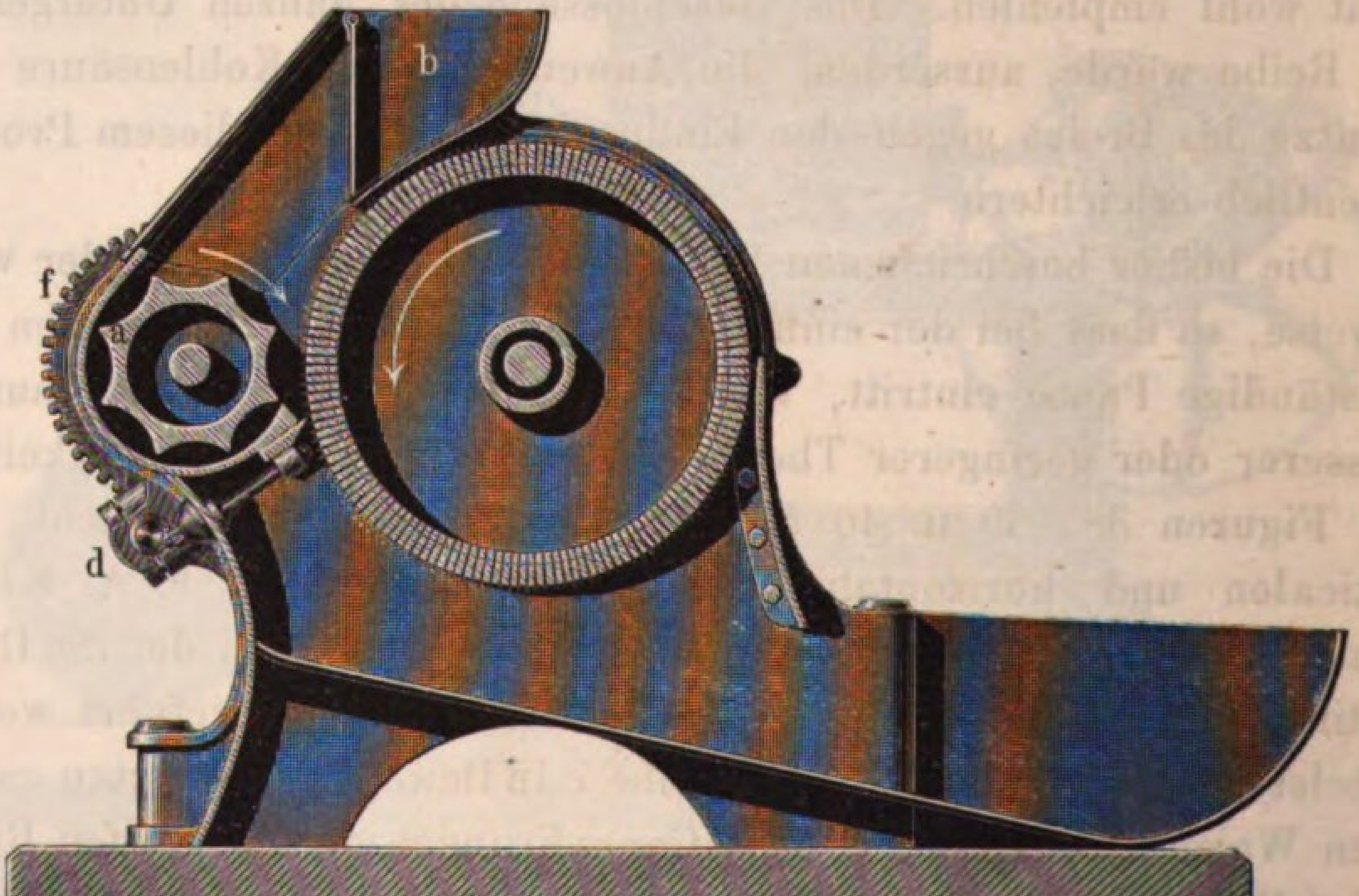


Fig. 39.



Robert zuerst angegeben und in seiner Fabrik zu Seelowitz eingeführt hat. Figur 41 zeigt den verticalen Durchschnitt einer

Fig. 40.

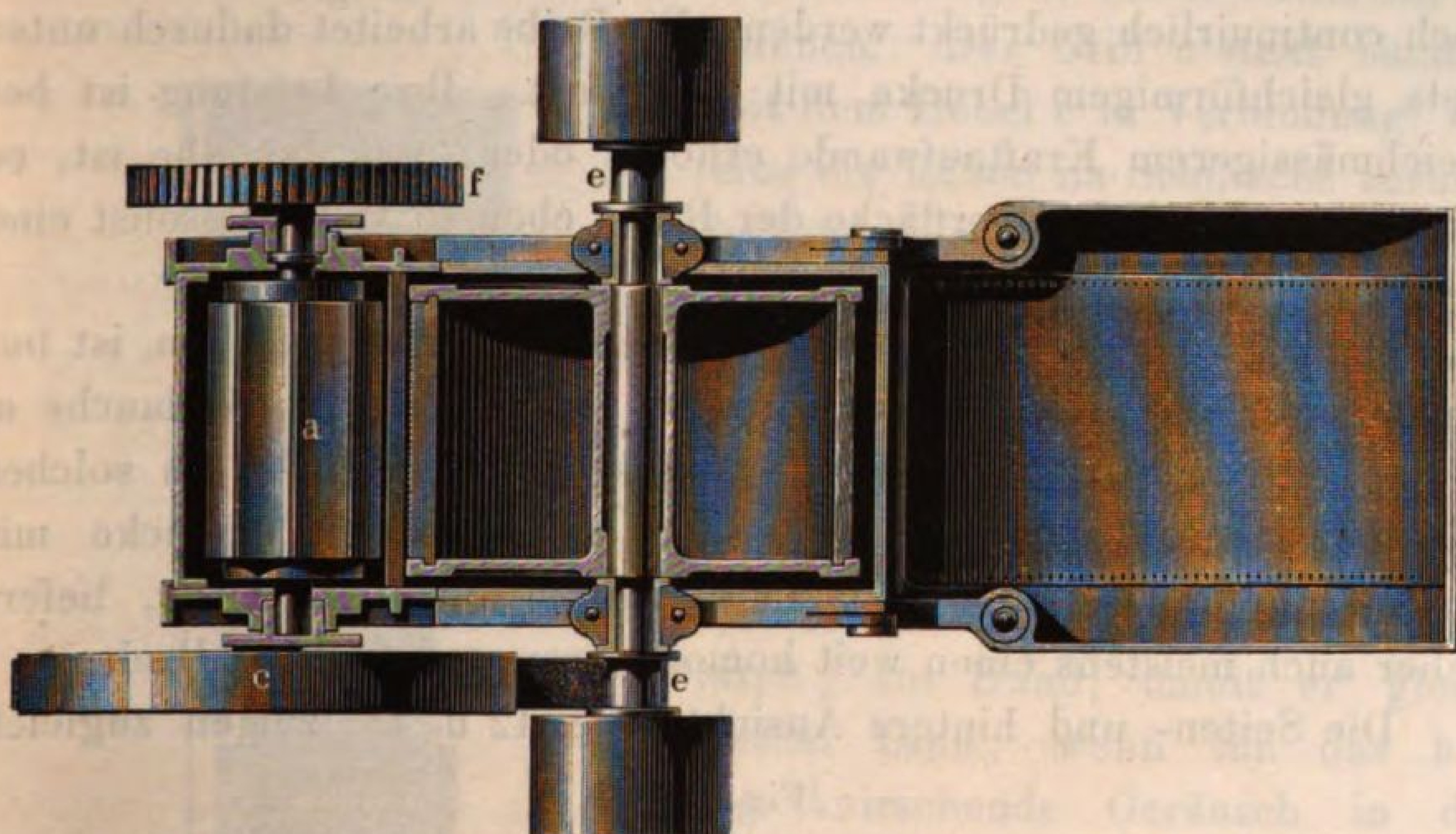
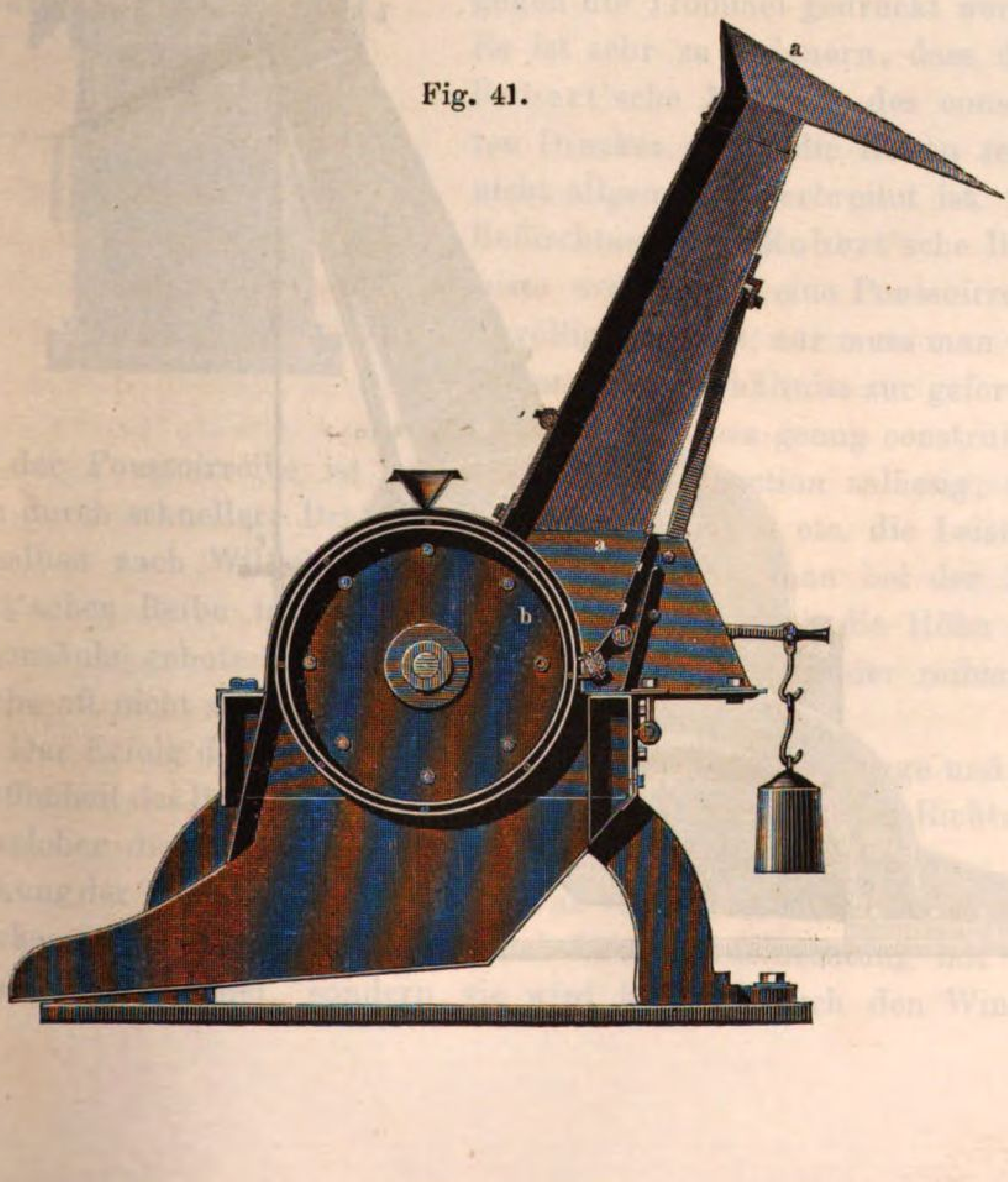


Fig. 41.

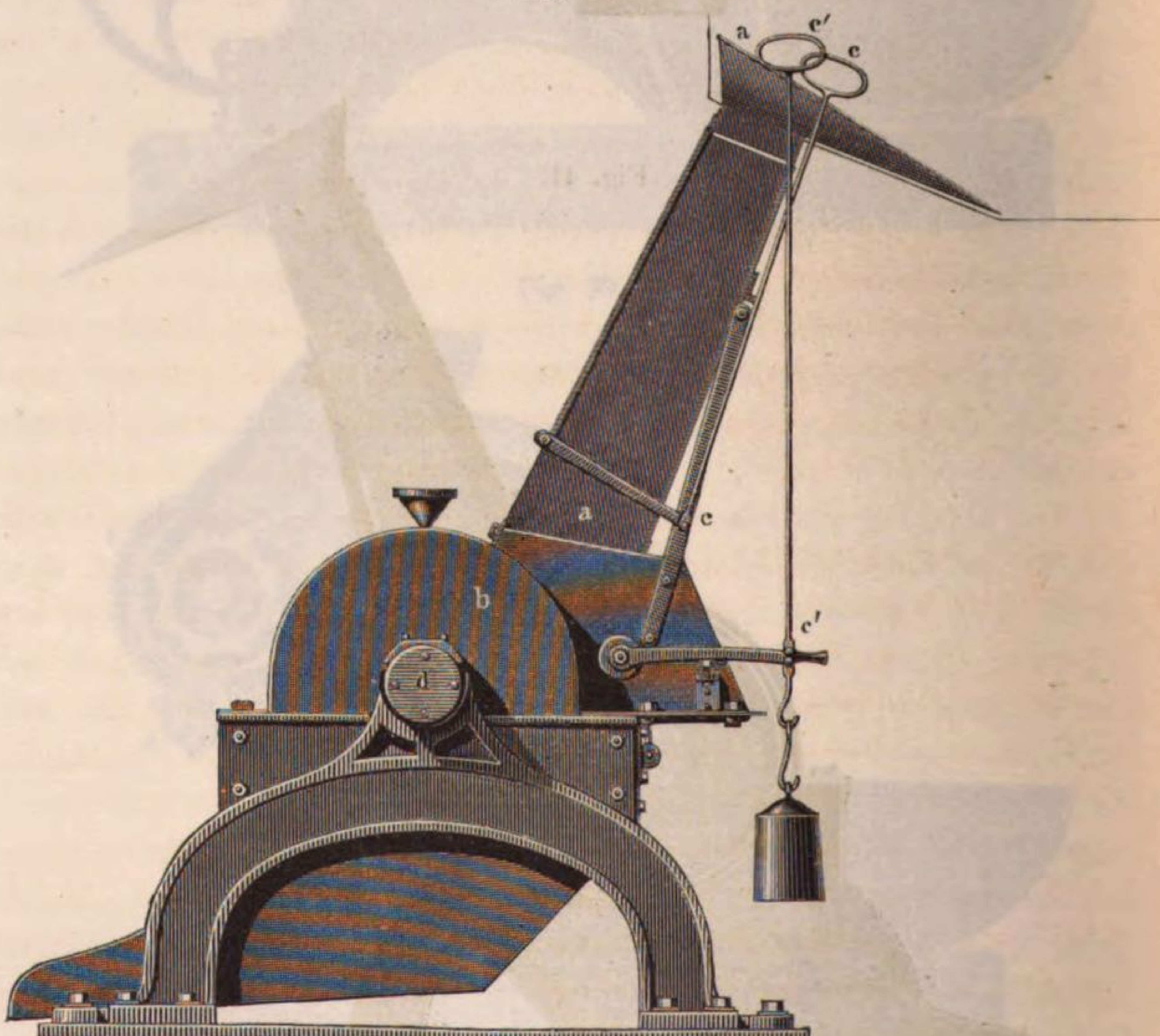


solchen Reibe, bei welcher die Rüben, anstatt durch irgend eine mechanische Kraft, nur durch eigenes Gewicht in dem nach unten sich erweiternden Schlauche *a* an den Reibecylinder *b* seiner ganzen Breite nach continuirlich gedrückt werden. Die Reibe arbeitet dadurch unter stets gleichförmigem Drucke mit Ruhe fort. Ihre Leistung ist bei gleichmässigerem Kraftaufwande erhöht, oder, was dasselbe ist, es leistet eine kleinere Oberfläche der Reibe eben so viel, als sonst eine grössere.

Der Druck, den die Rüben auf den Reibecylinder ausüben, ist bedingt durch die Höhe der drückenden Rübensäule im Schlauche *a*. Ohne heftigen Stoss, wie die Poussoirs, wirkend, lässt ein solcher gleichmässiger Druck sehr selten unzerriebene Schalenstücke mit durchschlüpfen; die Reibe schabt gleichsam die Rüben mehr, liefert daher auch meistens einen weit homogeneren und feineren Brei.

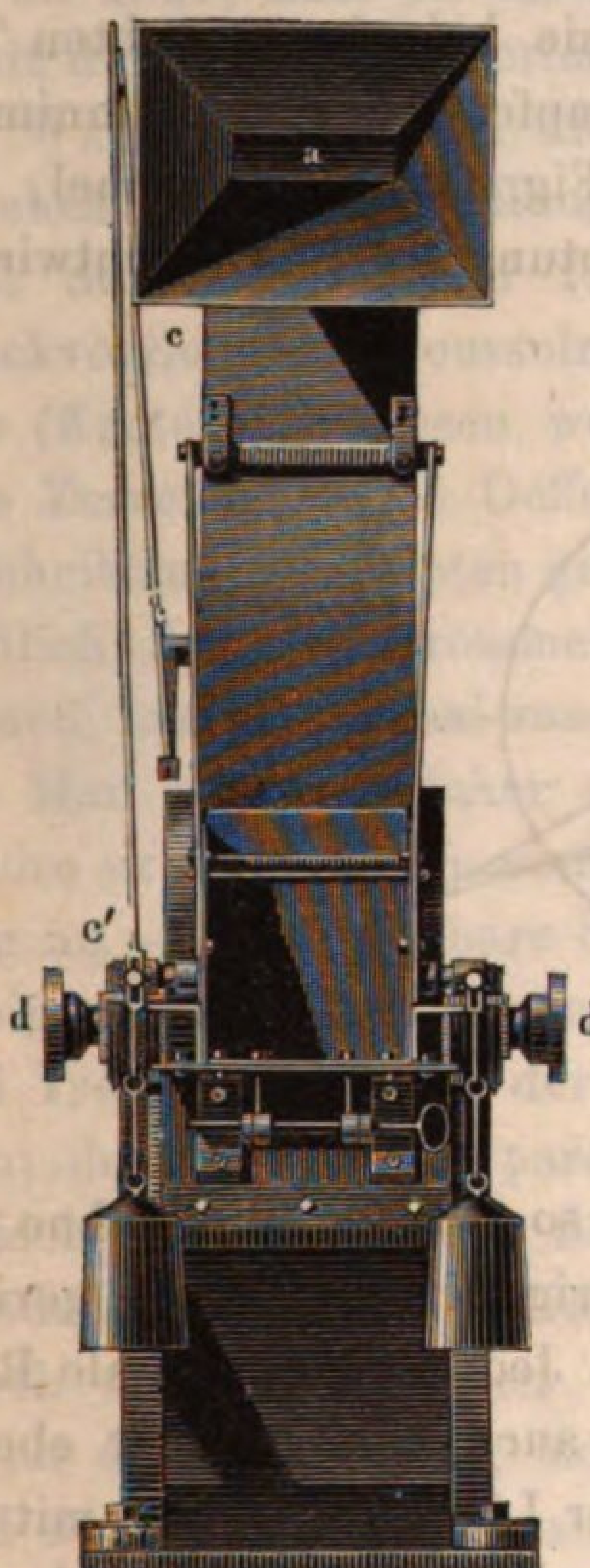
Die Seiten- und hintere Ansicht, Fig. 42 u. 43, zeigen zugleich

Fig. 42.



die Einrichtungen, welche dabei getroffen sind, um Steine oder harte Körper, welche so oft zwischen den Rüben in die Reibe kommen und sie beschädigen, rasch entfernen zu können. Der Griff *c* steht nämlich mit dem Hebel *c* in Verbindung, der eine die Rüben im Schlauche zurückhaltende Klappe bewegt. Der Hebel *c'* dient zum Oeffnen einer Klappe am unteren Theile des Schlauches, um Rüben, Steine etc. dort rasch herausnehmen zu können.

Fig. 43.

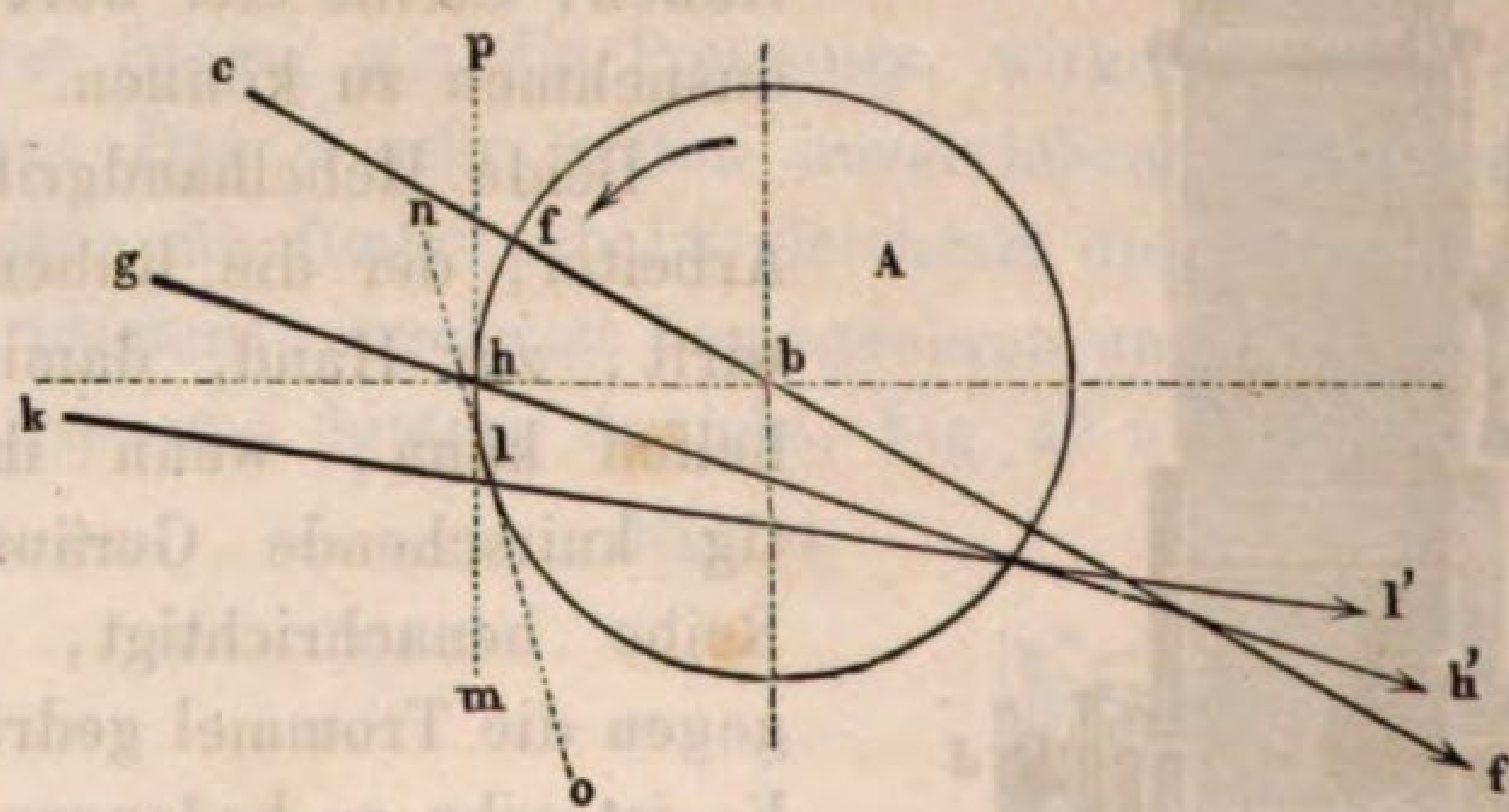


Beide Hebelhandgriffe sind dem Arbeiter, der die Rüben bei *a* einwirft, zur Hand, damit er gleich helfen kann, wenn ihn das heftig knirschende Geräusch in der Reibe benachrichtigt, dass Steine gegen die Trommel gedrückt werden. Es ist sehr zu bedauern, dass diese Robert'sche Methode des constanten Druckes durch die Rüben selber nicht allgemeiner verbreitet ist. Die Befürchtung, die Robert'sche Reibe leiste weniger als eine Poussoirreibe, ist völlig grundlos, nur muss man ihre Trommel im Verhältniss zur geforderten Leistung gross genug construiren. Bei der Poussoirreibe ist eine kleinere Construction zulässig, weil man durch schnellere Drehung, schwereres Gewicht etc. die Leistung derselben nach Willkür forciren kann, während man bei der Robert'schen Reibe immer ein und denselben, durch die Höhe der Rübensäule gebotenen Druck hat, welcher bei zu kleiner reibender Fläche oft nicht ausreicht.

Der Erfolg der Robert'schen Reibe bezüglich der Menge und Beschaffenheit des Breies ist ferner ein verschiedener je nach der Richtung, in welcher die Rüben an die reibende Fläche gepresst werden. Die Wirkung der Trommel hängt aber nicht ab von der radialen Richtung des Druckes, nicht von dem Centriwinkel dieser Druckrichtung mit der Achse der Trommel, sondern sie wird bedingt durch den Winkel,

welchen die Druckrichtung mit der Tangente ihres Angriffspunktes auf der Trommelperipherie macht, und zwar befördert erfahrungsmässig ein gegen den Lauf der Trommel sich öffnender, spitzer Tangentenwinkel das Einschneidungsbestreben der Zähne bedeutend: die Trommel „nimmt gut an", während sie bei einem rechten Tangentenwinkel nur schwach, bei einem stumpfen gar nicht „annimmt", sondern die Rüben abstösst. Wäre *A*, Fig. 44, die Trommel, und liesse man den Druck radial in der Richtung *cf* (also rechtwinklig

Fig. 44.



auf die Tangente des Punktes *f*) wirken, so würden die Zähne der Trommel nur schaben und nicht begierig einschneiden: geringe Leistung bei feinem Brei wäre die Folge. Jede andere radiale Richtung, welchen Punkt der Peripherie sie auch träfe, würde ebenso wirken. Eine Richtung des Druckes in der Linie *gh*, welche mit der dem Punkte *h* angehörenden Tangente *pm* einen spitzen Winkel *ghp*, dem Trommellaufe entgegen, bildet, wird das Einschneiden der Zähne befördern, die Leistung der Reibe also quantitativ erhöhen, aber einen gröberen Brei zur Folge haben. Einen noch spitzeren Tangentenwinkel *kln* macht die Druckrichtung *kl*; sie wird den meisten und zugleich gröbsten Brei geben, da die Trommel unter ihrem Einflusse einziehend, mitfortreissend auf die angedrückte Masse wirkt.

Nur wenn die Rüben, wie bei der Robert'schen Reibe, mittelst eignen Gewichtes an die Trommel gedrückt werden, ist die Leistung der Reibe durch die Richtung des Druckes bedingt, nicht so bei der Walzenreibe (Fig. 38 bis 40) und auch nicht bei den Poussoirreiben, bei denen jeder Poussoirstoss kraft der treibenden Dampfmaschine eine unabänderlich gleiche Bahn beschreibt und deshalb immer ein und dasselbe von Hubhöhe und Querschnitt des Poussoirs abhängige

Rübenquantum zum vollständigen Zerreiben bringen muss, die Richtung des Stosses sei, welche sie wolle. Man giebt den Gleitbahnen *(glissoires)* der Poussoirs meistens eine radiale Richtung, wie in Fig. 34, 35 u. 37, aber in einem geringen Winkel mit der Horizontalen, damit der Breiauswurf erleichtert werde.

Wichtiger noch als die Druckvorrichtung und die Richtung des Druckes ist die Herstellung einer richtigen Weite des Zwischenraumes, der zwischen der Trommel und der unteren Platte des die Druckvorrichtung (Poussoir, Schlauch oder Walze) umgebenden Rumpfes (Kastens) gelassen werden muss, damit der unmittelbar nach dem Zerreiben diese Oeffnung passirende Brei immer in normaler Feinheit zum Breikasten gelange. Ein zu weiter Zwischenraum würde nämlich der Reibetrommel gestatten, grössere Rübenstücke mitzureissen, namentlich bei rascher Drehung.

Man befestigt daher an der Vorderkante jenes Unterbodens — gehöre er dem Rumpfe einer Poussoir-, Walzen- oder Schlaucheinrichtung an — eine stellbare Schiene, die den Zähnen der Trommel beliebig weit genähert werden kann. Die Entfernung zwischen Schiene und Trommel muss in der ganzen Breite der Trommel eine gleiche sein; denn eine nicht parallele Gegeneinanderstellung erweitert den Zwischenraum an einer Seite, und man bekömmt grössere Stücken (Fladen) in den Brei. Eine schiefe Stellung der Trommel kann leicht durch einseitiges Ziehen ihres Treibriemens hervorgerufen werden; es ist deshalb wichtig, den Betrieb der Reibe wo möglich von unten und zu beiden Seiten anzubringen (wie schon früher bemerkt wurde). Ein anderer Uebelstand ist aber der, dass die Zähne der Sägen oft nicht überall gleichweit hervorstehen. Die Schiene kann in diesem Falle nicht näher herangeschoben werden, als die am meisten hervorragenden Zähne erlauben, da sonst bei der Bewegung der Trommel beständig ein heftiges Anschlagen der zu langen Zähne an die Schiene stattfindet. Weiter zurückstehende Zähne geben dann Lücken, durch welche ebenfalls unzerriebene Rübenstücke mit durchschlüpfen können.

Gegen solche mangelhafte Arbeit der Reibe sichert man sich vorher durch ein genaues Prüfen der armirten Trommel, indem man sie langsam gegen eine fest vorgelegte Schiene dreht. Alle bei dieser Drehung an die Schiene schlagenden Sägezähne werden als zu lang sofort abgefeilt. Diese mühsame und langwierige Handarbeit hat Hoppe (in Berlin) durch eine Schärfmaschine auszuführen versucht, welche die Sägeblätter gleich auf der Trommel mittelst Frehsen

so egal zahnt, dass der stachelige Mantel der Trommel genau cylindrisch wird und alle Zahnspitzen bei der Drehung einen gleich grossen Kreis beschreiben. Sämmtliche Zähne arbeiten dann gleichmässig mit demselben Effecte, gestatten wegen ihres überall gleichen Hervorstehens ein recht dichtes Herantreten der Schiene und geben so durch Verengung des Zwischenraums auf ein Minimum einen höchst feinen Brei, welcher allen Anforderungen an die Wirksamkeit einer Reibe überhaupt nahezu entspricht. — Viele Fabricanten haben diese Hoppe'sche Schärfmaschine wohl verworfen, weil die Blätter sich leicht biegen, wenn die Frehsen nicht gleichmässig gut und entsprechend gehärtet sind; aber in der Halle'schen Siederei z. B. habe ich dieselbe in beständigem Betriebe gefunden und es wurden vorzügliche Resultate damit erzielt. Wenn aber auch nur in einer Fabrik diese Vorrichtung Jahre hindurch sich als praktisch bewährt hat, so ist damit der Beweis ihrer Brauchbarkeit geliefert. Ausser für eine gleichmässige Armirung und Drehung der Trommel hat man auch für die genügende Stärke der gegenüberliegenden Schiene zu sorgen, weil eine zu dünne Schiene bei rascher Drehung der Trommel leicht Rübenstücke mit durchschlüpfen lässt. Fertigte man sie so dick an, dass ihre vordere Fläche mehrere Zoll tief der Trommeloberfläche parallel entgegenträte, so würde der das Mitgehen der Rübenstücke hindernde enge Weg dadurch verlängert, das Hindurchreissen der Stücke also schwieriger. Viele Fabricanten schrauben unter dieser Schiene eine Menge aufeinandergelegter scharfzahniger Sägeblätter fest, deren Zähne sie der Trommel so dicht gegenübertreten lassen, dass etwa mitgerissene Fladen an dieser stacheligen Oberfläche noch zerrieben werden müssen.

Die Saftausbeute ist wesentlich von der Feinheit des Breies abhängig; aus 100 Theilen feinen Breies erhielt ich 84% Saft, während etwas gröberer bei denselben Pressen nur 80% ergab. Es ist daraus zu ersehen, welche Vortheile eine gute Reibe bietet und wie sehr es gerechtfertigt ist, wenn auf die Verbesserung derselben hingearbeitet wird. Vor Allem sehe man darauf, dass die Trommel eine genügende Oberfläche habe, um der von ihr geforderten Leistung bei mässiger Drehungsgeschwindigkeit entsprechen zu können. Welches Grössenverhältniss zwischen reibender Fläche und Rübenquantum das günstigste ist, habe ich ermittelt, indem ich die Saftausbeute fein reibender Fabriken mit der Saftausbeute der Fabriken verglich, welche einen gröberen Brei zu liefern pflegten. Ich fand, dass der feinste Brei, also auch

die grösste Saftausbeute erhalten wird, wenn für eine Verarbeitung von 1000 Ctr. in 24 Stunden die Oberfläche der Trommel bei 650 Drehungen pro Minute 2000 bis 2500 □″ beträgt, unter der Voraussetzung einer so langsamen Arbeit der Poussoirs, dass die Oberfläche der Reibe womöglich beständig reibt. Das beträgt für jeden Ctr. Rüben täglicher Verarbeitung 2 bis $2^1/_2$ □″ Trommeloberfläche. Man begnügt sich in vielen Fabriken mit weniger, ja sogar mit der Hälfte = 1 □″ pro 1 Ctr. Rüben täglich; aber man wird dann nie einen so feinen Brei erreichen, wie unser jetziges Saftgewinnungsverfahren nothwendig erheischt. Die geringere Oberfläche der Reibe wird jetzt meistens durch eine grössere Geschwindigkeit der Trommel ausgeglichen, indem man diese 800 bis 1000 Drehungen pro Minute machen lässt, woraus sich für jeden Ctr. täglicher Verarbeitung eine arbeitende Gesammtfläche von (1000 . 1 □″ =) 1000 □″ pro Minute ergiebt, während bei nur 650 Touren aber 2 □″ Trommeloberfläche für jeden Ctr. (650 . 2 □″ =) 1200 □″ in derselben Zeit thätig sind.

Eine so bedeutende Drehungsgeschwindigkeit von 1000 Umgängen pro Minute hat jedoch viele Unannehmlichkeiten im Gefolge. Die Poussoire müssen rascher gehen, und dadurch wird der Brei gröber; ferner laufen sich die Lager der Trommelachse heiss, werden rasch ausgearbeitet und verursachen einen unregelmässigen Gang, ein Schlagen der Trommel, wobei sie keinen feinen Brei zu liefern im Stande ist. Ausserdem giebt es durch Abschlagen der Treibriemen oft Aufenthalt im Betriebe, auch viele Reparaturen. Alle diese Uebelstände hat man bei langsamerem Gange und grösserer Oberfläche der Reibe nicht zu befürchten. Man erhält bei einer Grösse der Trommeloberfläche von 2 □″ pro 1 Ctr. mit Sägeblättern von 10 Zähnen pro 1 laufenden Zoll erfahrungsmässig feineren Brei, als bei Anwendung von 1,3 □″ pro 1 Ctr. Rübe und entsprechend forcirterem Umgange mit Sägeblättern von 12 Zähnen pro Zoll.

Während bei 1 □″ reibender Fläche pro 1 Ctr. Rübe die Poussoirs circa 10 vollständige Stösse à Minute machen müssen, genügen bei 2 □″ Trommeloberfläche pro 1 Ctr. Rübe 0,75% der Geschwindigkeit der Trommel für die Poussoirs, bei 650 Drehungen des Reibecylinders daher $\left(\frac{0,75 . 650}{100} =\right)$ 4,87 Stösse pro Minute, wobei die Leistung wirklich eine gute ist.

Die Reibe erfordert pro 200 bis 250 Ctr. täglicher Verarbeitung 1 effective Pferdekraft oder 2 nominelle, wenn in den Dampfmaschi-

nen noch die Anzeige des Indicators angenommen wird. 1000 Ctr. täglicher Verarbeitung beanspruchen demnach 4 bis 5 Pferdekraft effectiver oder 10 Pferdekraft nomineller Leistung.

Bei dem Reiben erleidet die Rübe eine Gewichtszunahme von 1% nahezu. Ventzke giebt an, dass die Rüben auf der Reibe circa 40% ihres Volumens Luft aufnähmen, wonach der frische Brei circa 71,5 Volumina Rübenmasse und 28,5 Volumina Luft enthalten müsste. Da der Sauerstoff der Luft die Zersetzung (Gährung etc.) der Pflanzensäfte vermittelt, so möchte es vielleicht gerathen sein, Kohlensäure auf die Reibe und den Brei zu leiten, welche sich vermöge ihrer grösseren specifischen Schwere unmittelbar über den Breipartikelchen lagern und dadurch die Luft abhalten würde. Die Ausführung dieses Verfahrens möchte indessen manche Unbequemlichkeiten für den Betrieb herbeiführen.

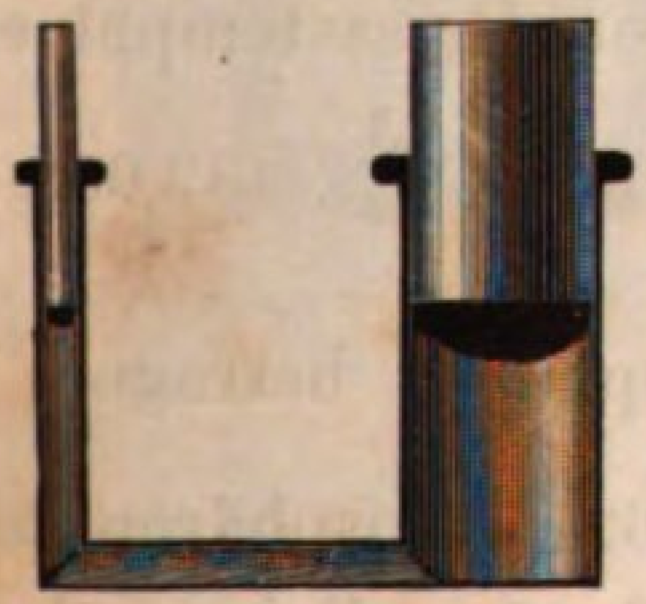
Eine gehörige Reinhaltung der Reibe und des Breikastens ist durchaus nöthig; es dürfen niemals Breitheilchen längere Zeit im Breikasten ligen bleiben, weil ihr Saft, in dieser feinen Vertheilung unzählige Berührungspunkte der Luft bietend, bald Zersetzung erleiden und diese Zersetzung dann auf hinzukommenden frischen Rübenbrei übertragen würde. Zum raschen Wegarbeiten des von der Reibe ausgeworfenen Breies zwingt man den Arbeiter am sichersten durch einen möglichst kleinen Breikasten, der jede Zögerung im Verlaufe der Saftgewinnung sofort bemerklich macht und das Liegenbleiben alter Breireste verhindert. Die Reibe und der Breikasten werden alle 6 Stunden vollständig gereinigt und zuletzt mit klarem Kaltwasser abgewaschen, wodurch man jeder Säuerung vorbeugt.

Die Saftgewinnung mittelst hydraulischer Pressen.

Das gebräuchlichste Werkzeug, um den Saft von der durch Zerreiben aufgeschlossenen Rübenzelle zu trennen, ist immer noch die hydraulische Presse. Die Einfachheit und Festigkeit derselben, ihre rasche, leicht zu controlirende und zu regulirende Arbeit, deren Erfolg ein befriedigender und bis zu einem gewissen Grade sicherer ist, haben den grössten Theil der Zuckerfabricanten bewogen, die Presse zur Saftgewinnug beizubehalten.

Die Wirkung einer hydraulischen Presse, (die Brahmah zuerst 1796 in England praktisch einführte, weshalb sie auch die Brahmah'-sche genannt wird,) beruht auf der (allen Flüssigkeiten gemeinsamen) Eigenschaft des Wassers, den auf ihm lastenden Druck ungeschwächt nach allen Richtungen gleichmässig fortzupflanzen. Die hydraulische Presse besteht der Hauptsache nach aus zwei communicirenden Cylindern von ungleichem Durchmesser, in denen sich Stempel wasserdicht bewegen, Fig. 32, während der unter ihnen befindliche Raum mit Wasser gefüllt ist. Wird der Stempel des engen Cylinders niedergedrückt, so steigt der Stempel des weiten Cylinders in einem so viel geringerem Höhenbetrage aber umgekehrt mit so viel grösserer Kraft, als sein Querschnitt (das Quadrat seines Durchmessers) den Querschnitt des kleinen Stempels an Flächeninhalt übertrifft. Hat z. B. der kleine Stempel (Pumpstempel) 1″, der grosse, der Pressstempel *(piston)* 12″ Durchmesser, verhalten sich also ihre Querschnitte wie ($1^2 : 12^2$) = 1 : 144, so wird der Pressstempel $^1/_{144}$″ hoch steigen, wenn der Pumpstempel 1″ niedergedrückt wird; aber die Kraft aufwärts des ersteren wird 144 mal so gross sein als die Kraft niederwärts des letzteren. Bei

Fig. 32.



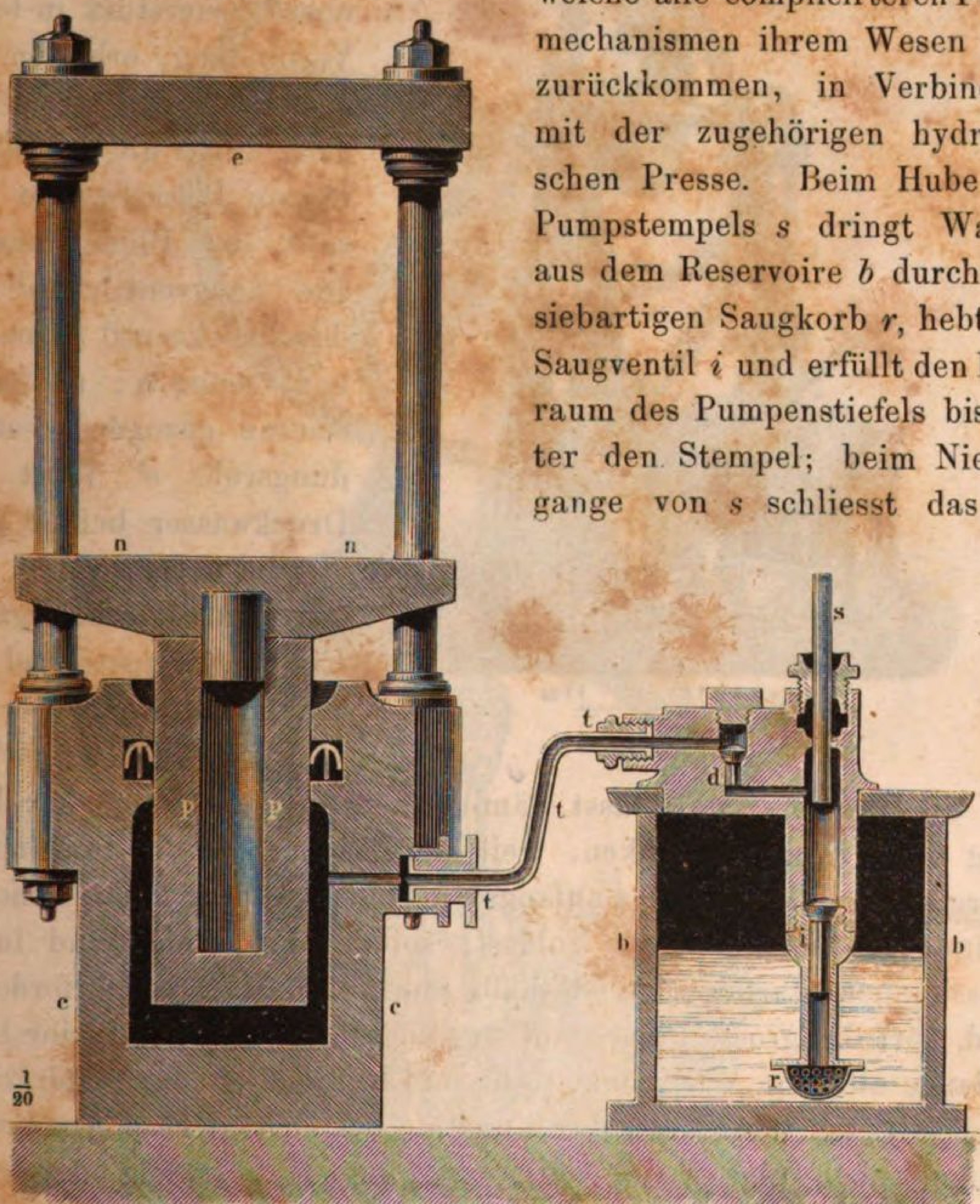
diesem Durchmesserverhältnisse könnte demnach, wie Pascal schon 1664 erklärte, 1 Mann, auf den kleinen Stempel drückend, das 144fache seines auf dem grossen Stempel lastenden Kraftaufwandes compensiren, er könnte die Kraft von 144 Männern, die auf den grossen Stempel drückten, im Gleichgewicht halten. Würde der einzöllige Pumpstempel von der ihn treibenden Dampfmaschine mit einer Kraft von 3000 Pfd. niedergedrückt, so ergäbe sich daraus für den 12zölligen Pressstempel ein Aufdruck von (3000 . 144) = 432,000 Pfd. Verhielten sich aber die Durchmesser der Stempel wie 1″ : 14″, also die Querschnitte wie 1 : 196, so würde dieselbe Kraft des Pumpstempels den Pressstempel mit einem Gesammtdrucke von (3000 Pfd. . 196) = 588,000 Pfd. in die Höhe treiben.

Um die Kraft einer hydraulischen Presse zu erhöhen, muss man entweder den Pressstempel grösser oder den Pumpstempel kleiner machen; da aber der Pumpenstempel nicht zu dünn sein darf, sondern immer einen gewissen Durchmesser haben muss, um nicht an Solidität einzubüssen, so thut man besser, den Durchmesser des Pressstempels grösser zu nehmen. Ein grosser Pressstempel erfordert freilich Opfer an Material, da sein Gehäuse, der Presscylinder, wegen des grösseren Druckes weit stärker gegossen werden muss, als bei kleinen Pressstempeln, deren Gehäuse sich leichter in widerstandsfähiger Stärke herstellen lassen. Aus letzterem Grunde hat man vorgeschlagen, nur die Pumpkraft, den Druck auf den Pumpstempel, entsprechend zu erhöhen, um dadurch auch bei Presscylindern von mässigem Durchmesser eine verstärkte Wirkung zu erzielen. Wollte man z. B. den oben berechneten Gesammtdruck von 432,000 Pfd., mit welchem ein 12zölliger Stempel durch eine einzöllige Pumpe aufgetrieben wird, bei einem 9zölligen Pressstempel erzielen, so müsste der Druck auf den Pumpstempel $\frac{1^2}{9^2}$. 432,000 Pfd. $= \frac{432{,}000 \text{ Pfd.}}{81} =$ 5334 Pfd. oder 362 Atmosphären betragen, also 4334 Pfd. minus 3000 Pfd. = 2334 Pfd. oder 162 Atmosphären mehr, als bei dem Durchmesserverhältnisse von 12 : 1. Bei so hohem Drucke würden die Liderungen (Manschetten) und Dichtungen sehr oft erneuert werden müssen und vielfache Störungen im Betriebe eintreten, während sich mit einem geringeren Drucke, wie er bei Anwendung grösserer Pressstempel stattfindet, nach allen Erfahrungen leichter und sicherer arbeiten lässt. Deshalb verdienen

auch grössere Pressstempel trotz der Nothwendigkeit eines stärkeren Gusses der Cylinder als das sicherste Mittel zur Erzielung eines höheren Effectes allgemein eingeführt zu werden.

Wir kommen nun zum speciellen Theile des Pressverfahrens und beginnen mit der hydraulischen Pumpe. Fig. 46 zeigt dieselbe in der Grundconstruction, auf welche alle complicirteren Pumpmechanismen ihrem Wesen nach zurückkommen, in Verbindung mit der zugehörigen hydraulischen Presse. Beim Hube des Pumpstempels *s* dringt Wasser aus dem Reservoire *b* durch den siebartigen Saugkorb *r*, hebt das Saugventil *i* und erfüllt den Hubraum des Pumpenstiefels bis unter den Stempel; beim Niedergange von *s* schliesst das zu-

Fig. 46.

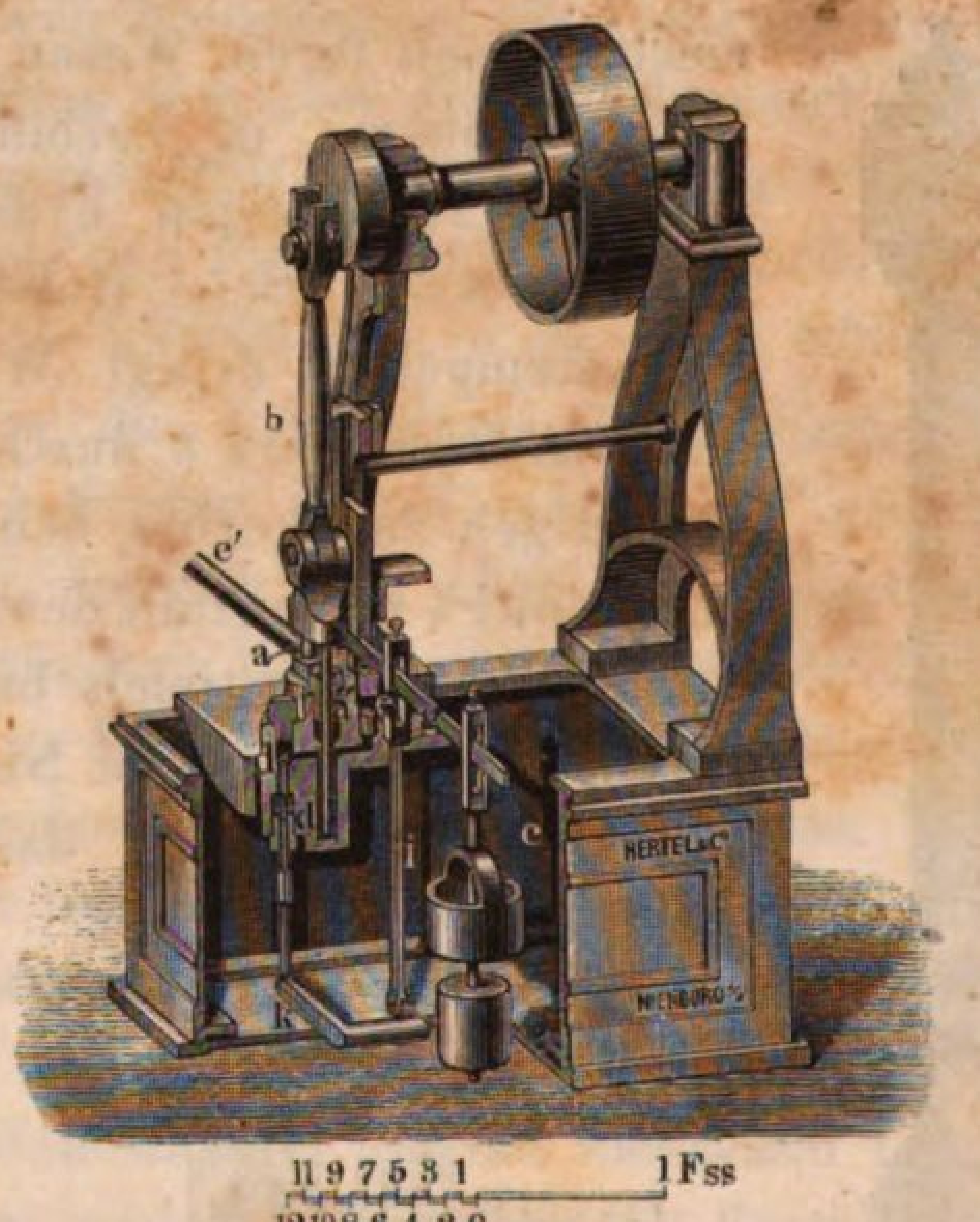


rückgedrängte Wasser das Ventil *i*, öffnet dagegen das Druckventil *d* und dringt durch das Rohr *t* in den Presscylinder unter den Pressstempel *p*, den es zu heben beginnt, sobald der ganze Raum um und unter demselben mit Wasser gefüllt ist. Das Zurücktreten des hin-

eingepumpten Wassers aus dem Presscylinder in den Pumpenstiefel wird durch seinen eigenen rückwirkenden Druck, welcher bei jedem Hube des Pumpstempels das Ventil *d* schliesst, verhindert.

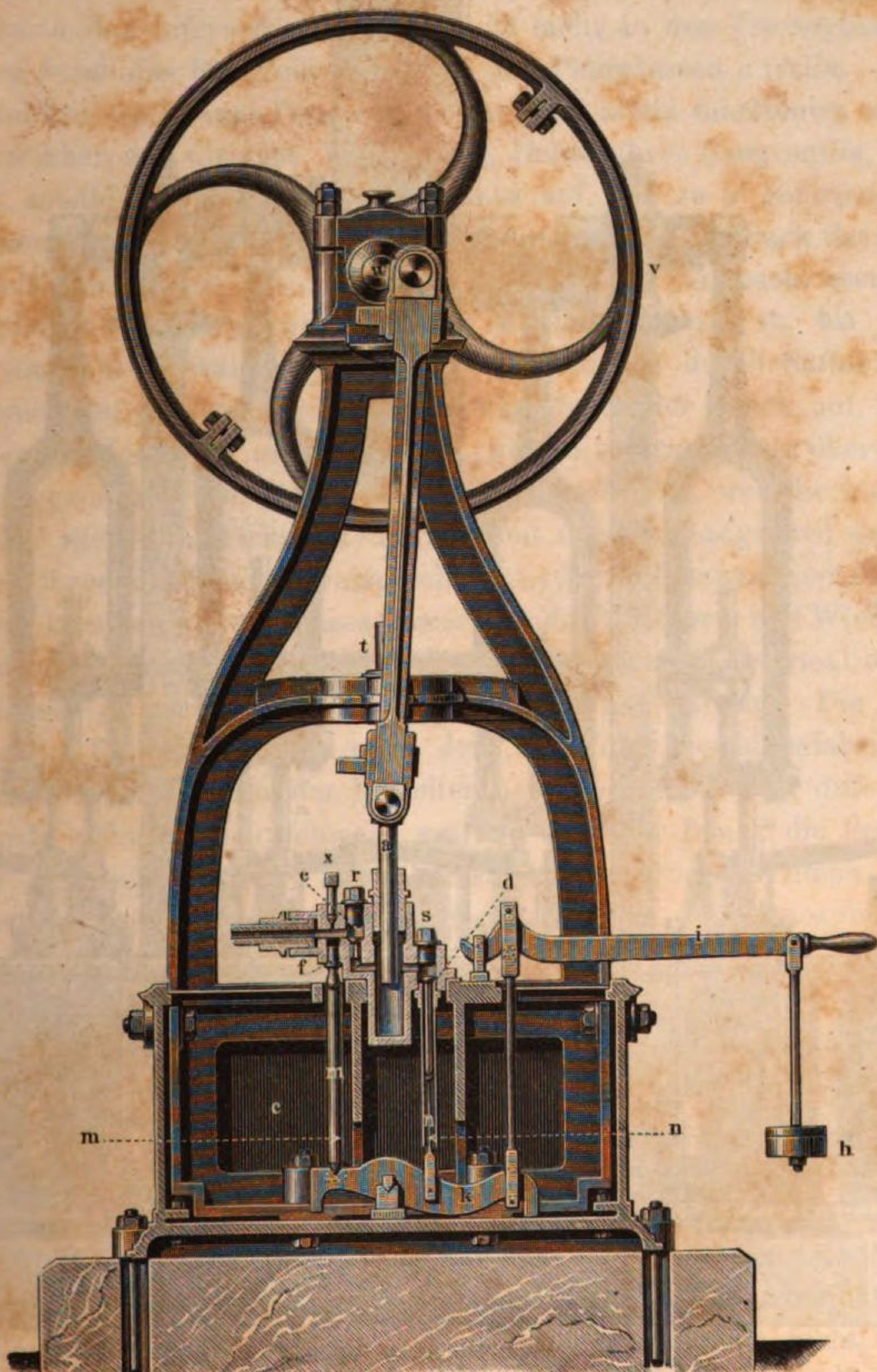
Fig. 47 zeigt den Verticalschnitt eines Pumpkörpers, wie er jetzt häufig in Anwendung kommt. Zwei Pumpstempel, *a* der grössere, *a'* der kleinere, durch ein oberes Querstück in fester Verbindung, erhalten eine gemeinschaftliche Bewegung durch die Kurbel der oberen Betriebswelle mittelst der Bleuelstange *b*. Die Saugventile *dd* und das Druckventil *e* gehören zur Pumpe *a'*; das gusseiserne gezogene Verbindungsrohr *e'* führt das Druckwasser beider Pumpen nach der Presse. Die Aufundniederbewegung beider Pumpstempel ist eine ununterbrochene, nicht aber ihre Druckwirkung auf die Presse. Man lässt nämlich nur beim Anfange der Pressung beide Pumpen wirken, weil der Widerstand der zusammenzupressenden Breimasse anfangs gering ist und ein schnelles Steigen des Pressstempels zulässt; sobald der Widerstand in der Presse aber stärker und deshalb ein stärkerer Druck erforderlich wird, hört die grosse Pumpe auf zu functioniren und die kleine bleibt so lange allein in Wirksamkeit, bis ein bestimmter Maximaldruck erreicht ist, der dann auch ihre Function beendet. Dieses Ausserwirksamkeitsetzen (das Ausrücken) der Pumpen geschieht durch den Druck des Wassers, also durch die Pumpen selber, mittelst eines einfachen Hebelmechanismus, dessen Wirken aus Fig. 48 und 49, dem Verticalschnitte und der zugehörigen Vorderansicht eines Pumpwerkes neuester Construction, deutlich erkannt werden kann. Das kleine Gewicht *h* regulirt die Ausrückung der grossen Pumpe *a*, das grössere Gewicht *h'*, Fig. 49, die der kleinen Pumpe *a'*. Diesen

Fig. 47.



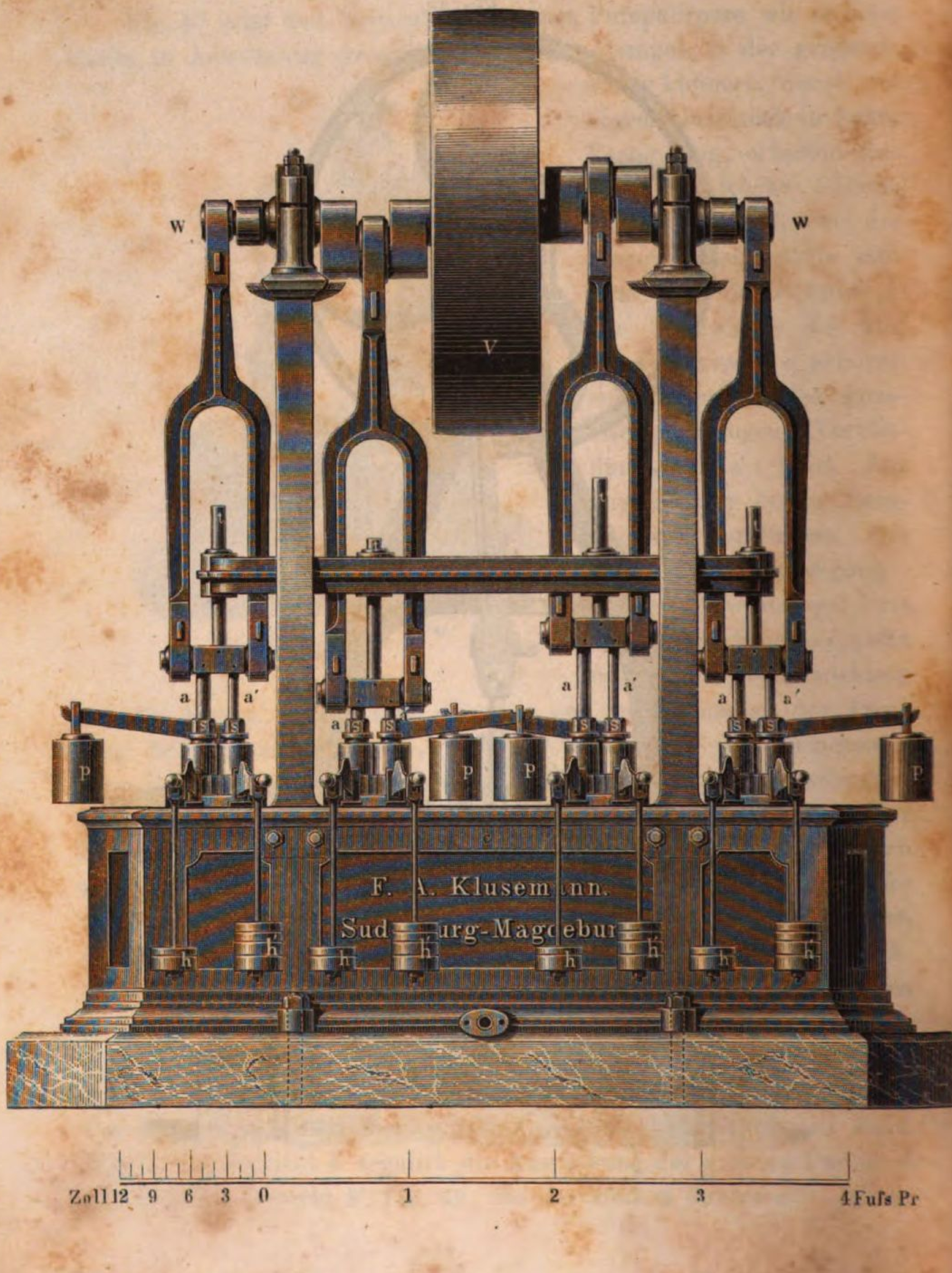
Gewichtsunterschied ausgenommen ist der Ausrückmechanismus für beide Pumpen, welche jede für sich ihr besonderes Saug- und Drucksystem, aber nur ein gemeinschaftliches Abzugsrohr nach der Presse haben, ganz derselbe. Sobald der Druck

Fig. 48.



in der Presse den durch das Gewicht *h* auf den Pfropfen *f* mittelst der Hebel *i* und *k* ausgeübten Gegendruck überschreitet, wird der mittelst einer Stopfbüchsschraube wasserdicht in einer Oeffnung des

Fig. 49.



Pumpkörpers bewegliche Pfropfen *f* und durch dessen Verlängerung *m* der kurze Arm des Hebels *k* niedergedrückt, der lange Arm dieses Hebels also mit der an ihm befestigten, dicht unter das Saugventil *d* stossenden Stange *n*, gehoben. Die Stange *n* hebt nun das Saugventil *d* und verhindert es am Schliessen, so dass jeder fernere Niedergang des Stempels *a* das aufgesogene Wasser nicht mehr in den Presscylinder, sondern durch das Saugrohr zurück in den Pumpkasten *c* treibt. Die Wirksamkeit der kleinen Pumpe *a'*, welche jetzt allein functionirt, wird bald nachher auf dieselbe Weise durch Heben ihres Saugventils beendet, sobald der Druck aus der Presse auf den zu *a'* gehörenden (auf dieser Figur nicht sichtbaren) Pfropfen *f* den Gegendruck des Gewichtes *h'* überwindet. Dann steht der Pressstempel bei geschlossenem Druckventile *e* so lange unter diesem Maximaldrucke fest, bis der Widerstand des zusammengedrückten Pressstosses durch Saftablauf aus demselben geringer wird und in Folge davon der Druck auf den Pfropfen der kleinen Pumpe nachlässt, worauf sofort der nun überwiegende Gegendruck von *h'* diesen Pfropfen *f* schliesst, und die kleine Pumpe *a'* wieder in Wirksamkeit tritt, weil nun ihr Saugventil durch Senkung ihrer (der Stange *n* entsprechenden) Ausrückstange wieder zum Schlusse kommen kann. Dieses abwechselnde Stillstehen und Wiedersteigen des Pressstempels wiederholt sich wohl drei- bis viermal oder noch öfter, je nach der Zeitdauer der ganzen Pressung. Die Belastung der Pumpen, welche nach dem Usus der Maschinenfabriken oder nach dem Wunsche der Besteller bei den Pressen sehr differirt, darf man nicht zu hoch nehmen, weil ein zu hoher Druck die Presstücher zerreissen würde. Eine Belastung der grossen Pumpe mit 80 bis 100 Atmosphären, der kleinen mit 180 bis 200 Atmosphären pro □″, ist ausreichend; die Belastung *p* des Sicherheitsventils *x* (Fig. 48) muss immer etwas höher sein, als die der kleinen Pumpe *a'*, damit *f* nicht zu häufig, sondern nur dann gehoben wird, „anzeigt", wenn die kleine Pumpe etwa nicht rechtzeitig ausrücken sollte. Man belastet jetzt oft bei grossen Pressen die kleine Pumpe bis 350 Atmosphären und darüber, wird dann aber bald genöthigt, diesen in der Praxis deshalb unmöglichen Druck, weil ihn kein Presstuch aushalten würde, selbst zu verringern durch Vorschieben des ganzen Gewichts *h'* auf seinem Hebel oder durch Abnehmen einer der Gewichtsplatten von *h'*. Die Gewichte *h*, *h'* und *p* repräsentiren natürlich nicht den vollen Druck pro □″, sondern nur einen durch die Länge ihrer Hebelarme bestimmten Bruchtheil desselben.

Es ist bei dieser selbstthätigen Ausrückung sehr darauf zu achten, dass die Pfropfen *f* und das Sicherheitsventil *x* immer ihre vollkommene Beweglichkeit behalten, um zur rechten Zeit in Function treten zu können. Wenn gleichzeitig *f* der kleinen Pumpe und *x* festsitzen, so wird *a'* über den Maximaldruck hinaus so lange Wasser in die Presse drücken, bis es sich durch Sprengen der Röhren oder des Pressgehäuses einen gewaltsamen Ausweg gebahnt hat, oder sonst ein Theil des Pumpmechanismus zerbrochen ist. Man prüfe daher oft während des Betriebes mittelst Lüften der niederdrückenden Gewichtshebel, ob *f* und *x* diesem Lüften sofort folgen, wodurch ihre leichte Beweglichkeit am sichersten erkannt wird.

Um die Ventile *d* und *e* jederzeit herausnehmen zu können, (wie es im Betriebe leider oft nöthig ist) hat man über denselben Oeffnungen im Pumpkörper angebracht, welche während des Betriebes durch Schrauben *s* und *r* geschlossen sind. Mindestens alle Woche einmal müssen sämmtliche Ventile gereinigt und eingeschliffen (gesmirgelt) werden, wobei man nie genug Sorgfalt anwenden kann, da ein Ventil schon durch ganz geringe, dem ungeübten Auge kaum bemerkbare Verletzungen seiner Schlussfläche vollständig undicht gemacht werden kann. Ein undichtes Saugventil bestraft sich aber sofort durch geringeren Hub des Pressstempels, weil ein grosser Theil des aufgesogenen Wassers bei jedem Pumpenstosse durch die Oeffnung des Saugventils zurückgetrieben wird; während ein undichtes Druckventil den Pressstempel nach jedem Hube wieder etwas zurücksinken lässt, den Druck also nie constant hält. Solche Verletzungen kommen meistens von Sandkörnern, die durch unreines Wasser zwischen die Ventile gelangen; es ist deshalb die Anwendung von ganz reinem, am besten condensirtem oder auch filtrirtem Wasser dringend geboten. *t* ist die Geradeführung der Pumpen, *w* die gekröpfte Betriebswelle, *v* die Betriebsriemenscheibe. Das ganze Pumpwerk dient zum Betriebe von 8 grossen Pressen; je ein Pumpkörper ist für 2 Pressen abwechselnd thätig.

Fig. 50 zeigt eine vollständig beschickte Presse mit tiefster, Fig. 51 den Verticalschnitt derselben Presse mit höchster Stempelstellung. Der Pressstempel *g* trägt eine starke gusseiserne Platte *h* (Presssattel, -tisch, -platte) mit dem in Tücher geschlagenen, zwischen eisernen Pressblechen aufgeschichteten Rübenbreie (dem Pack- oder Pressstosse), welcher beim Hube des Stempels gegen das Widerlager der Presse, den durch vier starke Säulen *ll* mit dem Cylinder *f* fest

verbundenen „Holm" oder Kopf *o* gepresst wird. Die Dichtung des Stempels *g* bei seiner Aufundniederbewegung wird durch den in die

Fig. 50.

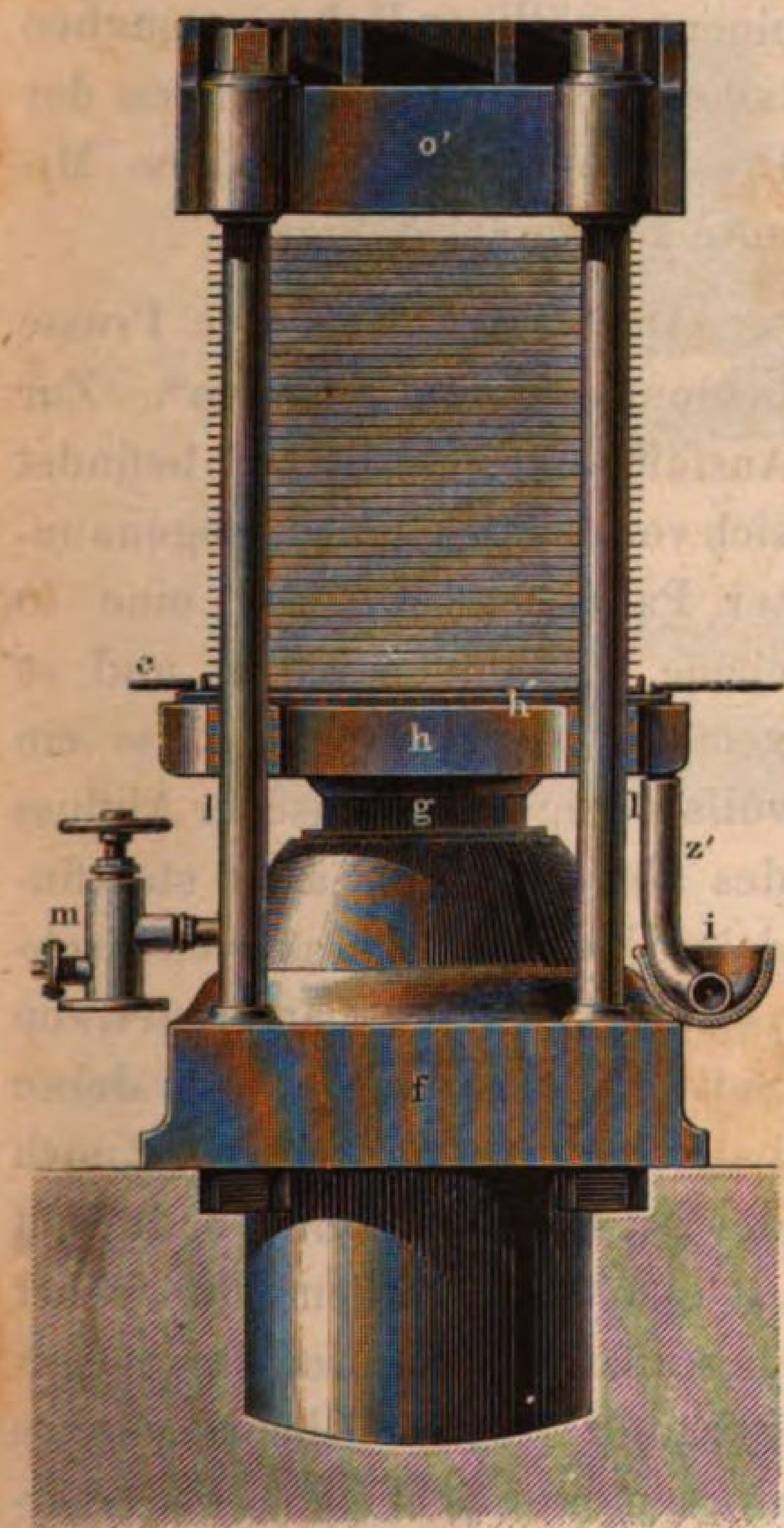
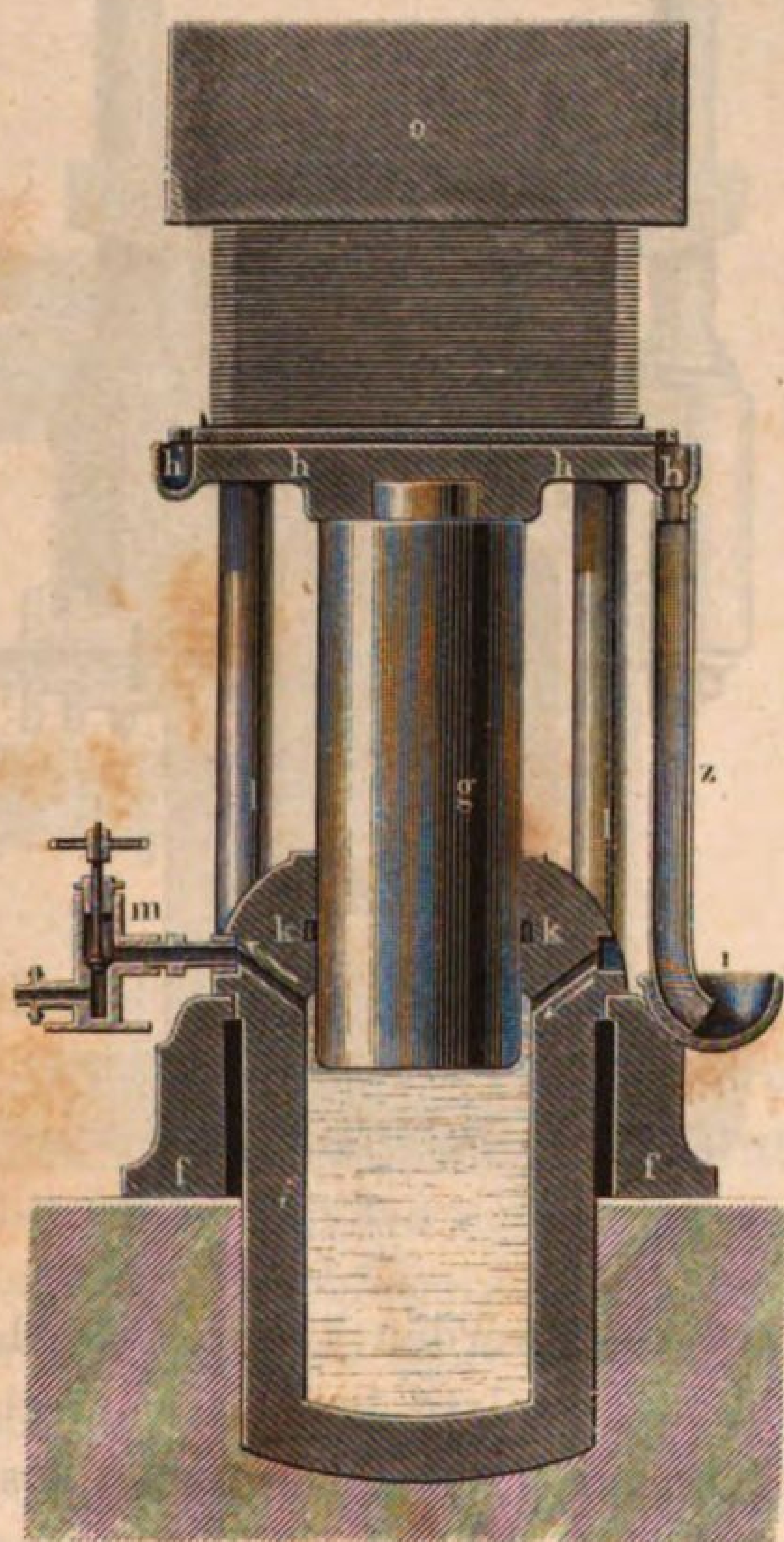


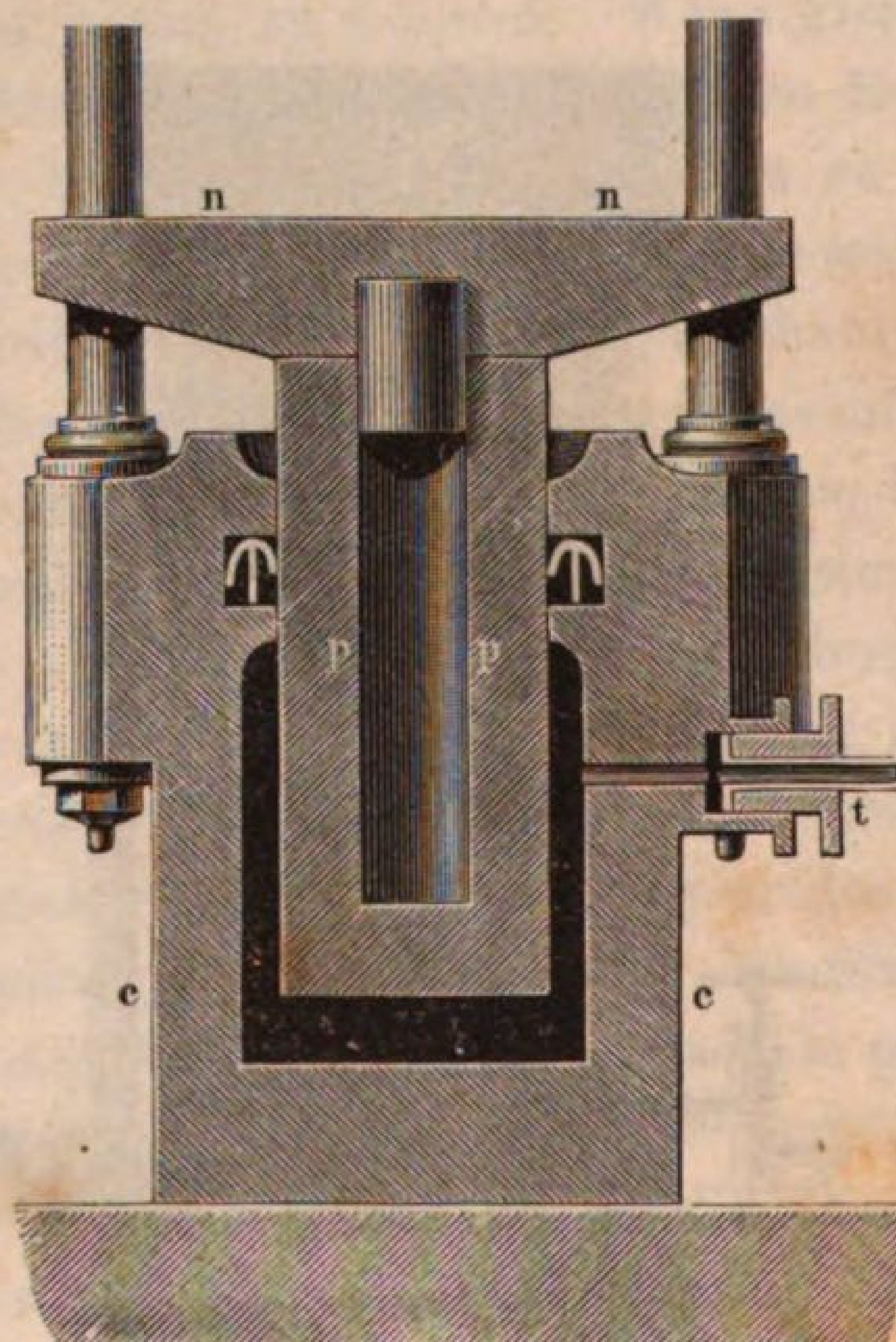
Fig. 51.



Nute *k* des Cylinders gelegten Manschettenring von starker, fettgetränkter Gutta-Percha bewirkt (Fig. 52 a. f. S. zeigt denselben deutlicher), dessen beide nach unten offene Wandungen durch den Aufdruck des Wassers an die gegenüberliegenden Flächen des Cylinders und des Stempels gepresst werden und daher um so dichter schliessen müssen, je stärker der Druck ist. Der aus dem Pressstosse abfliessende Saft wird durch eine rinnenförmige Vertiefung *h'* des Presssattels aufgenommen und von da durch eine zusammenschiebbare Röhre *z'* oder einen Schlauch in die Hauptrinne *c* geleitet, aus der er in die Scheidepfannen abfliesst. Nach beendeter Pressoperation wird das Ventil *m* (Rückflussventil) geöffnet, worauf das Wasser aus dem Pressgehäuse

in den Pumpkasten zurückströmt, und der Pressstempel nebst Tisch und Pressstoss sinkt, natürlich um so rascher, je rascher das Wasser ausströmen kann. Ich habe dies Rückflussventil *m* mit einer einzölligen Bohrung machen lassen, um das Niedersinken der Pressplatte in einer halben Minute zu bewerkstelligen.

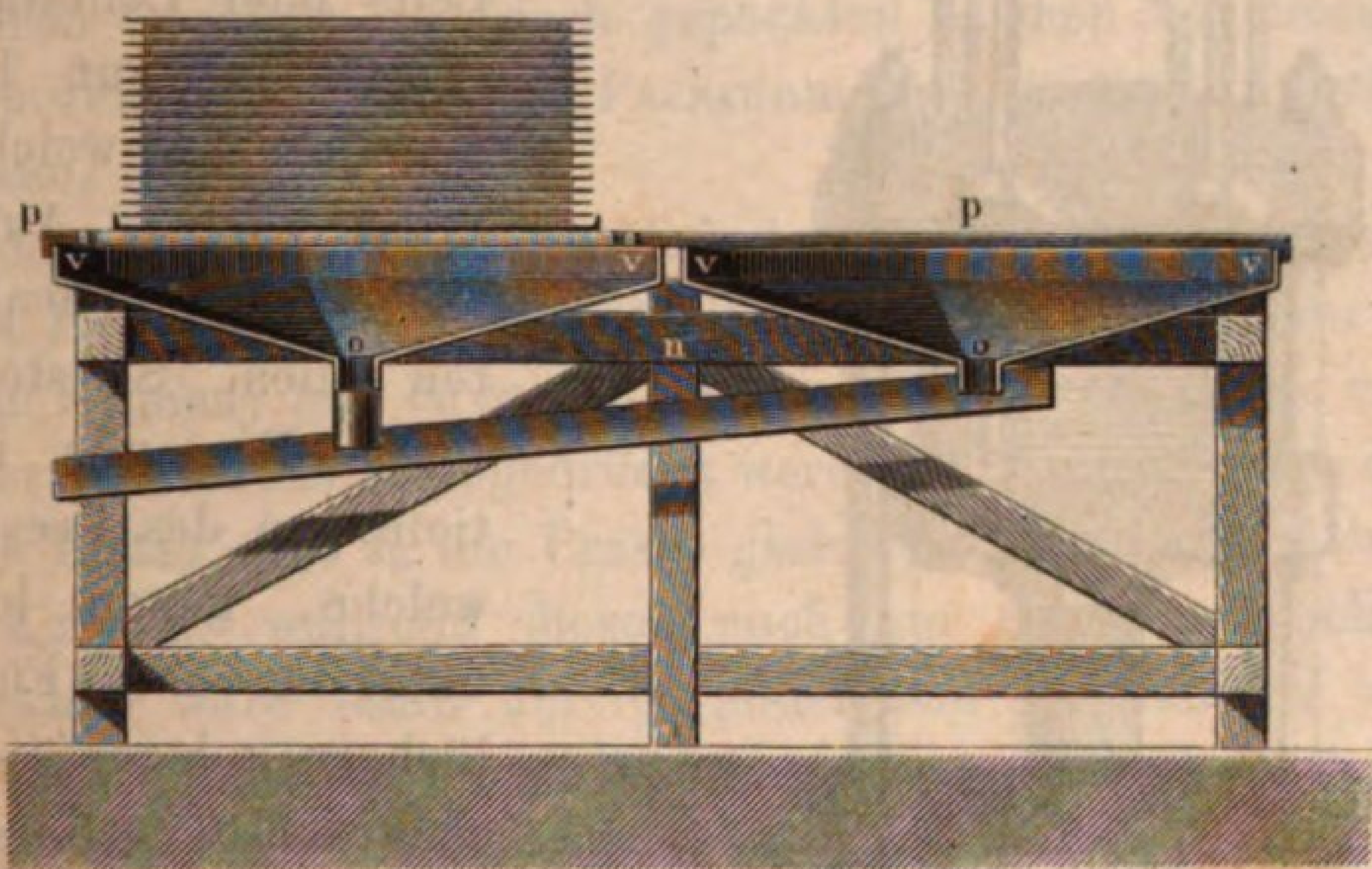
Fig. 52.



Das Beschicken der Presse beginnt mit dem „Packen". Zur Ausführung dieser Arbeit befindet sich vor den Pressen ein sogenannter Packtisch, welcher eine so ebene Oberfläche haben und so geneigt stehen muss, dass ein vollständiger und rascher Abfluss des abtropfenden Saftes stattfindet. Unebenheiten auf der Tischplatte würden Ansammlungen von Saft zur Folge haben, durch deren bald eintretende Gährung auch der regelmässig abfliessende Saft verdorben werden könnte. Deshalb ist es nicht gerathen, die früher üblichen Holztische mit Kupferbeschlag anzuwenden, weil ihre Oberfläche durch Zusammenziehen des Holzes unegal wird. Ebenso uneben werden eisenblechene Tische durch Stossen und Schlagen. Die Oberfläche des Tisches prüft man am besten durch Aufgiessen von Wasser, und man wird dabei erstaunen über die vielen Vertiefungen, in denen Flüssigkeit stehen bleibt. Gusseiserne Tische bieten gewöhnlich die ebensten Flächen, gestatten deshalb, vorzüglich wenn sie mit Farbe und Lack überzogen sind, eine hinreichende Reinlichkeit. Fig. 53 ist der senkrechte Durchschnitt eines Packtisches, welcher ringsherum einen Rand *v* trägt, während seine Platte stark nach der Mitte zu geneigt ist, aus der eine Oeffnung *o* mit Rohrstutzen den abfliessenden Saft nach der gemeinschaftlichen Saftrinne führt. Ueber je zwei gegenüberstehende Ränder *vv* laufen in der Mitte des Tisches der Länge nach zwei oder mehrere glatte Eisenschienen *pp* zum Tragen und bequemen Weiterschieben des Packstosses. Zu dessen Bildung legt der Arbeiter (Packer) auf die Schienen *pp* ein Pressblech,

auf dasselbe als Schablone für den Presskuchen einen um 1″ im Quadrat kleineren eisernen Rahmen (den Packrahmen), breitet über die-

Fig. 53.

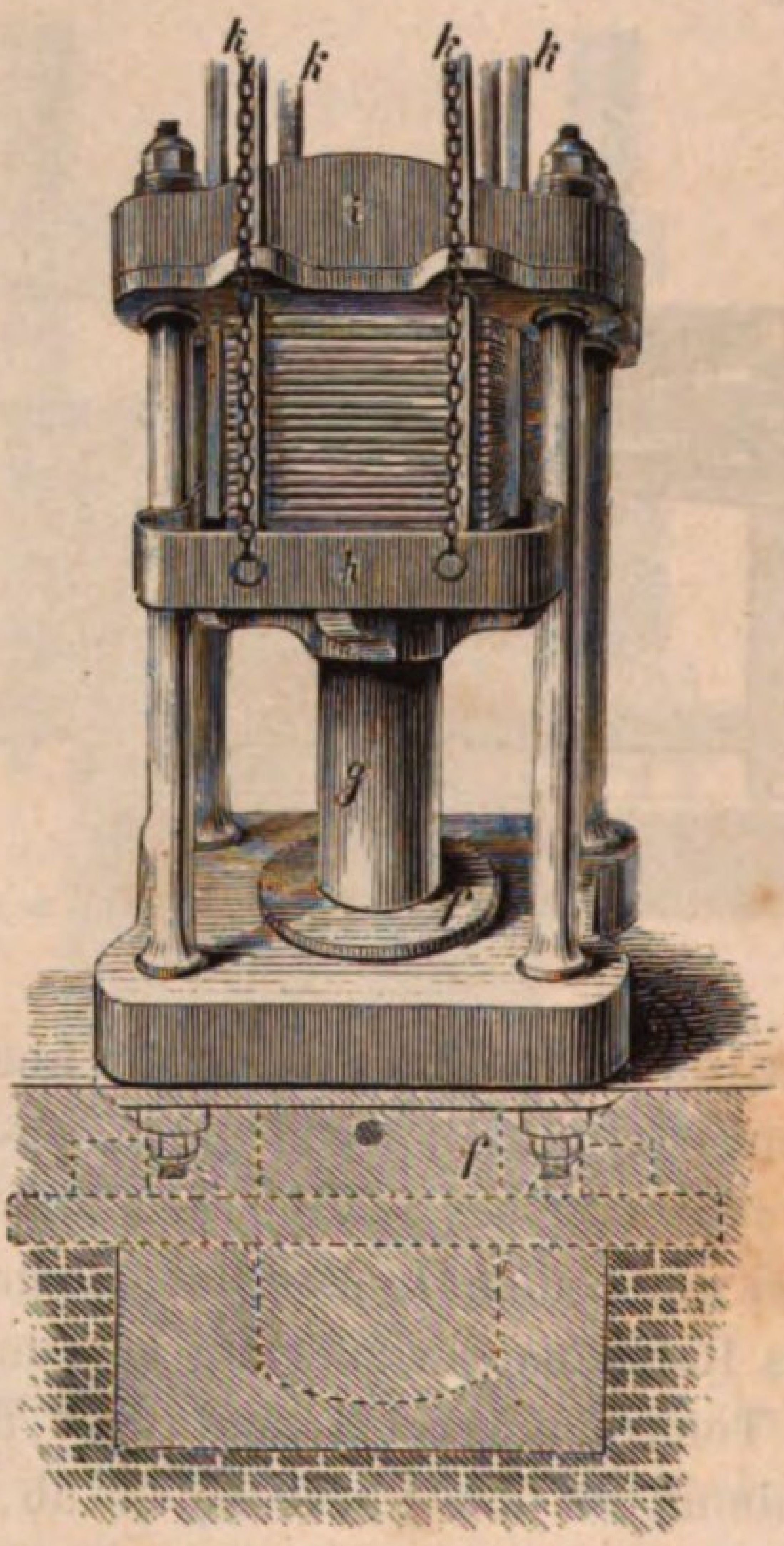


sen ein wollenes Presstuch so aus, dass die Zipfel desselben über die Seiten des Rahmens herabhängen, streicht den von einem anderen Arbeiter (meistens einem Jungen) mittelst eines Schöpfers auf die Mitte des Tuches geschütteten Rübenbrei mit beiden Händen auf der ganzen Fläche des Tuches innerhalb des Rahmens gleichförmig auseinander und schlägt die vier Zipfel des Tuches möglichst egal über dieser Breischicht zusammen. Dann nimmt er den Packrahmen ab, legt auf den fertigen ersten „Presskuchen" ein zweites Blech, um auf demselben einen zweiten Presskuchen anzufertigen u. s. f. bis der Packstoss die gewünschte Höhe erreicht hat. Man schichte nicht mehr als 30 bis 33 Kuchen auf dem Packtische übereinander; grössere Stösse (einige Fabricanten nehmen Stösse von 50 bis 60 Kuchen) kosten zu viel Zeit und Mühe, lassen sich auch schwierig ganz egal herstellen.

Der fertige Packstoss wird nun in die Presse „eingesetzt", indem der Arbeiter, nachdem er seine Hände mit Handschuhen geschützt hat, die Bleche mit dem daraufliegenden Kuchen einzeln auf dem Presssattel übereinanderlegt, bis der ganze Packraum bis an den Holm voll ist. Darauf beginnt das Pressen durch Oeffnen des Druckventils an der Presse, (dessen Lage in Fig. 51 aus der Eingangsöffnung des Druckwassers, gegenüber der Ausgangsöffnung mit dem Retourventile *m*, erkannt werden kann).

Bei dem Zusammendrücken des Pressstosses werden oft die Bleche nach irgend einer Seite herausgetrieben; man hat daher auf jeder Seite zwei starke Eisenstäbe, sogenannte Leit- oder Lehrstäbe, *k k* (Fig. 54), zur Führung angebracht, welche den Stoss beim Aufsteigen ringsherum vertical erhalten sollen. Sie stehen mit ihrem Fussende in Vertiefungen des Presssattels, welche, genau lothrecht unter den oberen Führungslöchern gelegen, ihnen die senkrechte Stellung beim Aufsteigen des Sattels sichern. Während des Einsetzens der Presskuchen werden die vorderen, während des Ausnehmens auch die hinteren Stäbe mittelst Ketten, welche oben über Rollen laufen, aufgezogen. Der Gebrauch dieser bei hohen Packstössen unvermeidlichen Lehrstäbe hat manche Nachtheile. Beim Ausbauchen des Stosses während der Pressung drücken sie tiefe Kerben in die Bleche, biegen sich krumm und bewirken dadurch eine starke seitliche Spannung im Holm, welche bis zum Sprengen desselben forcirt werden kann. Bei unvorsichtigem Herunterlassen sprengen sie durch heftiges Aufprallen den Presstisch. Ferner klemmen sich bei nicht accurater Schichtung des Stosses oft Tücher zwischen Pressblech und Lehrstab und werden beim Weitersteigen des Pressstempels zerrissen. Ganz entbehren kann man die Lehrstäbe nur bei möglichst grossen Presskuchen und umgekehrt möglichst niedrigen Packstössen, z. B. zu 30 Kuchen bei 30″ im Quadrat Packfläche, statt 60 Kuchen von 18″ im Quadrat, wie man häufig findet. Die grössere Fläche gewährt dem Pressstosse eine festere Basis und

Fig. 54.



durch geringere Höhe desselben gewinnt er so an Stabilität, dass er sich auch ohne Leitung beim Zusammendrücken senkrecht erhält.

Mitunter benutzt man zum Vorpressen des Packstosses in der Presse eine schwere eiserne Platte, die sogenannte Zwischenplatte, durch deren Gewicht die frisch gepackten Kuchen so zusammengedrückt werden sollen, dass der Packraum eine grössere Anzahl davon fassen kann.

In den Pressen wird die Zwischenplatte höchstens zu $^2/_3$ der Höhe des Packstosses angebracht, ihr Druck wirkt also nur (bei 33 Kuchen in Summa) auf circa 22 Kuchen, welche dadurch um 6 bis 10% ihrer Höhe zusammengedrückt werden. Weshalb legt man nun nicht die Platte statt in die Presse gleich auf den ganzen Pressstoss von 33 Kuchen, während dieser noch auf dem Packtische liegt? Ihre Wirkung wäre dann um $^1/_3$ höher und man könnte nun eine weit dickere, schwerere Platte nehmen, da es ausserhalb der Presse nicht mehr, wie in derselben, darauf ankommt, durch eine dünne Platte Raum zu sparen. Die Kuchen würden durch diese Vorpressung auf dem Packtische von ihrem leicht abfliessenden Safte (circa 10%) schon vor dem Einsetzen in die Presse befreit, würden also bei dieser Operation unterwegs weniger Saft verlieren und sich überdies wegen ihrer härteren Consistenz und grösseren Ebenheit in der Presse egaler aufschichten lassen als sonst.

Der Zwischenplatte, in der Presse selbst angebracht, könnte man höchstens als Führung einigen beschränkten Werth beilegen. Diese ist aber bei Pressen von grosser Packfläche und geringer Höhe nicht nöthig.

Dass man bei Anwendung von Presstüchern niemals eine so gleichmässige Pressung erwarten darf, wie bei Pressbeuteln, wird sich bei näherer Betrachtung des oben beschriebenen Packens sofort ergeben. Wir haben gesehen, dass der Rübenbrei dabei auf einem Presstuche ausgebreitet wird, dessen vier Zipfel nach der Mitte hin zusammengeschlagen werden. Die äussersten Spitzen desselben legen sich also in der Mitte des Kuchens vierfach, die Kanten aber in der Richtung der Diagonale doppelt übereinander, während das Tuch doch nur einfach liegen dürfte, wenn der Druck auf der ganzen Fläche ein gleichmässiger werden sollte. Die Mitte eines Packstosses von 33 Kuchen enthält hiernach eine $(33 \cdot 3) = 99$fach stärkere Tuchlage als der übrige Theil desselben. Nun lege man einmal 99 Presstücher übereinander, so wird Niemand behaupten wollen, dass bei solch einem Berge auf einer Stelle eine gleich starke Druckwirkung in allen

Theilen des Stosses stattfindet! Wie viel stärker Mitte und Diagonalen des Kuchens ausgepresst werden, als der übrige Theil, die zwischen den Diagonalen liegenden Dreiecke, davon wird man sich augenblicklich überzeugen, wenn man von einem frisch gepressten Kuchen die vier Zipfel des Presstuches zurückschlägt und einen Blick auf den Inhalt wirft!

Bei Anwendung von Pressbeuteln wird diese ungleiche Pressung vermieden. Ihr Breiinhalt lässt sich mittelst eines Rollholzes genauer ebenen, und es wird immer nur ihr oberes, offenes Ende einfach umgeschlagen, abwechselnd nach dieser und nach der entgegengesetzten Richtung, so dass sich je zwei aufeinanderfolgende Kuchen zu einer gleichmässig starken Schicht ergänzen. Daraus schichtet sich dann der ganze Packstoss in gleichmässiger Stärke auf, welche eine auf der ganzen Oberfläche der Kuchen gleich starke Wirkung der Presse zur Folge hat (vergl. S. 225).

Die fertig gepackten Kuchen einzeln, wie bisher allgemein üblich, in die Presse zu setzen, scheint mir nicht praktisch. Nach dem oben beschriebenen Verfahren steht ein Arbeiter (der „Presser") zwischen dem Packtische und der Presse, fasst mit beiden Händen ein Pressblech mit dem darauf gelegten Kuchen, dreht sich damit um und legt beides auf den Presssattel. Durch die scharfen Kanten der Bleche werden die Hände des Arbeiters verwundet (wenn er sie nicht durch Handschuhe schützt) und schwellen durch den in die Wunden eindringenden Rübensaft so an, dass ein Weiterarbeiten damit unmöglich wird. Ferner kostet der Einzeltransport so vieler Presskuchen viel Zeit und auch viel Saft, da von jedem Bleche, weil es der Arbeiter beim Umdrehen gewöhnlich schief hält, mehr oder weniger Tropfen auf den Boden abfliessen. Aus allen diesen Gründen benutze ich statt der umständlichen und kostspieligen Handreichung folgende in Fig. 55 und 56 dargestellte Einrichtung, welche den ganzen Packstoss auf einmal in die Presse befördert und ihn nach geschehener Pressung ebenfalls auf einmal auslädet.

Ich stelle nämlich den vorderen Packtisch in solcher Höhe dicht an den Presssattel *h*, dass die beiden Eisenschienen *pp* mit der Oberfläche desselben genau in einer Ebene liegen; hinter den Presssattel stelle ich, ebenfalls in gleicher Höhe mit ihm, den kleinen Tisch *w* (Ausladetisch), welcher wohl befestigt wird. An diesem befindet sich ein grobgezahntes, kleines Rad *y* (Fig. 55), auf dessen Peripherie

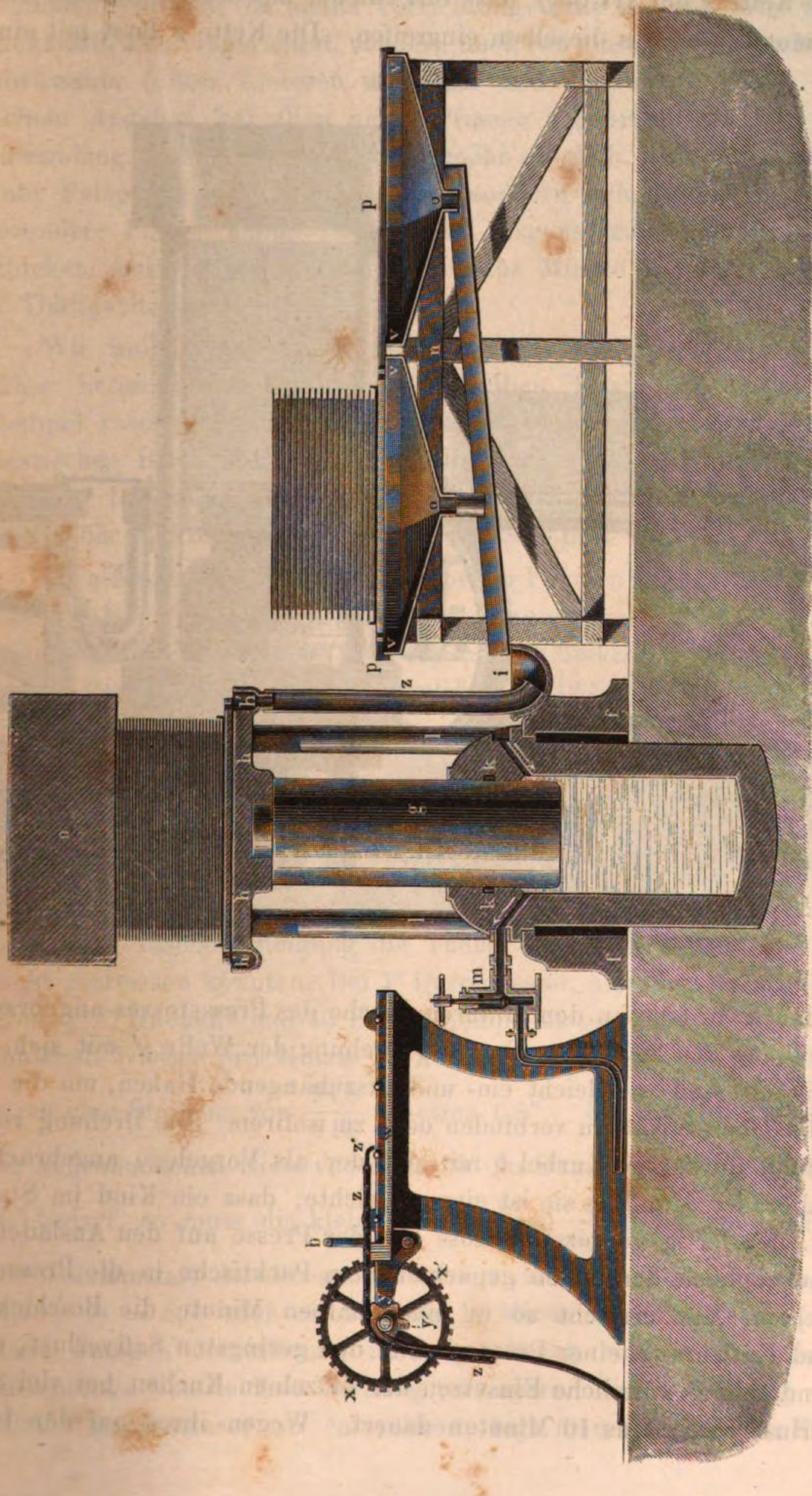
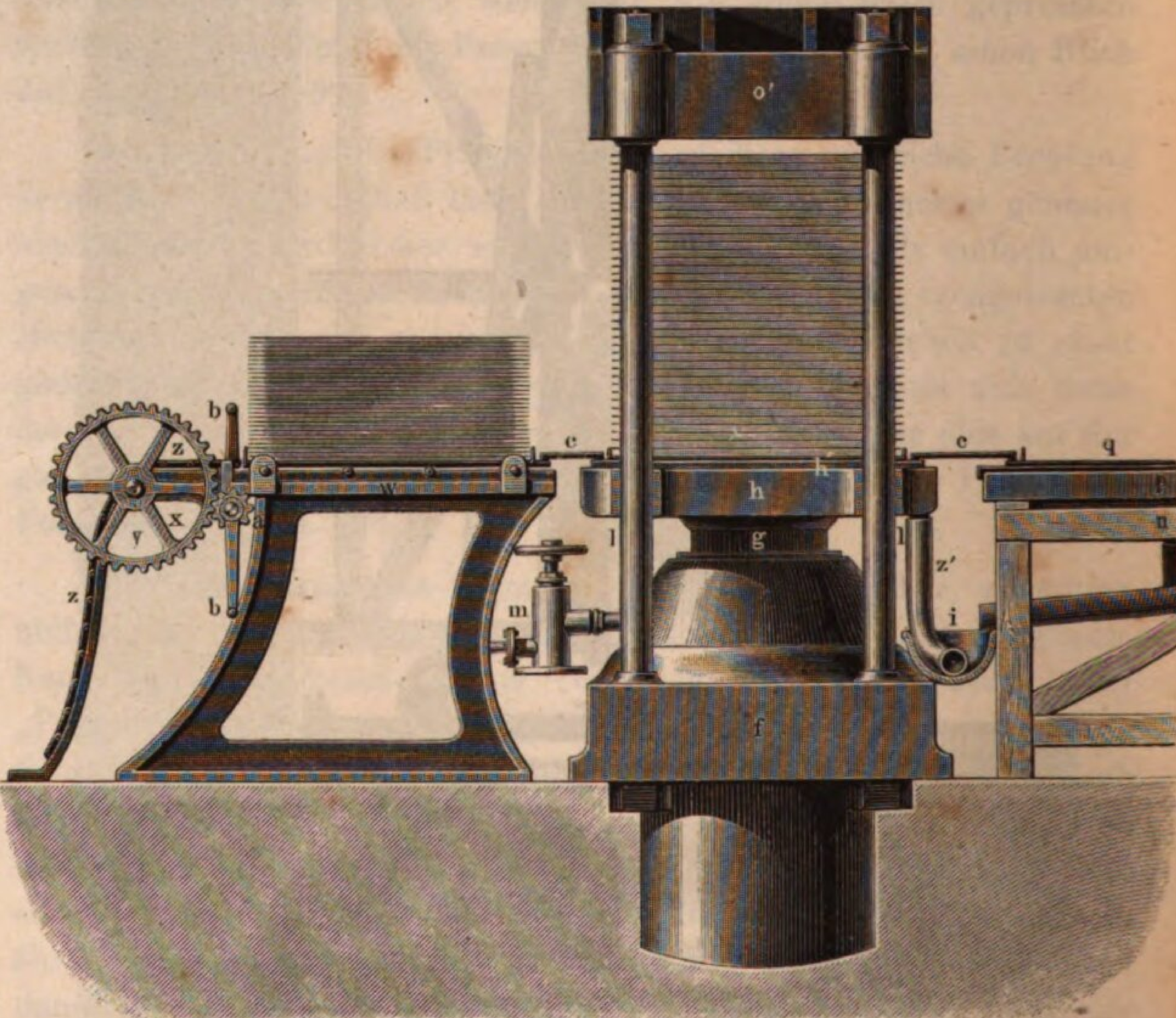


Fig. 55.

eine Kette *z* der Art liegt, dass ihre Glieder mit den Zähnen des Rades harmoniren und in dieselben eingreifen. Die Kette *z* fasst mit einem

Fig. 56.



aken *z'* in eine an dem unteren Bleche des Pressstosses angebrachte Oeffnung und zieht denselben bei Drehung der Welle *y'* mit sich. *cc* (Fig. 56) sind zwei leicht ein- und auszuhängende Haken, um die verschiedenen Stösse zu verbinden oder zu isoliren. Die Drehung von *y'* erfolgt durch die Kurbel *b* mittelst der als Vorgelege angebrachten Zahnräder *a* und *x*; sie ist eine so leichte, dass ein Kind im Stande ist, den fertig gepressten Stoss aus der Presse auf den Ausladetisch und zugleich den frisch gepackten vom Packtische in die Presse zu ziehen. Man erreicht so in einer halben Minute die Beschickung und Entleerung einer Presse, ohne den geringsten Saftverlust, während das gewöhnliche Einsetzen der einzelnen Kuchen bei viel Saftverlust wenigstens 10 Minuten dauert. Wegen ihres auf der Hand

liegenden Vortheils ist meine Vorrichtung nicht nur von sehr vielen Zuckerfabriken eingerichtet, sondern auch von einsichtigen Maschinenfabricanten (unter Anderen von Cail und Kallot in Paris) nach meinen Angaben bei allen neuen Pressen angebracht worden. Bei Anwendung derselben ist es nicht mehr möglich, zwei Pressen mit einer Pumpe zu treiben wie bisher, sondern jede Presse muss ihre besondere Pumpe haben, weil sie — ausgenommen die durch Beschicken und Entleeren absorbirte halbe Minute — ununterbrochen in Thätigkeit ist.

Wir wollen nun den Verlauf und die Zeitdauer der Pressung näher betrachten. Zu Anfang derselben lässt man immer den Stempel rasch steigen (vergl. S. 194), da der Saft aus dem anfangs elastischen Breie leicht abfliesst, die Tücher also nicht angegriffen werden. Ich fand in dem ersten Pressstadium oft einen Druck von nur 15 bis 20 Atmosphären pro □″ des Stempels.

Bei einem Gesammtquerschnitte beider Pumpen von 3 □″, einer Hubhöhe derselben von 3″ und 42 Huben pro Minute werden durch die anfangs wirkenden beiden Pumpen $(3 . 3 . 42) = 378$ Cubikzoll Wasser à Minute in den Presscylinder gepumpt, welche den 12zölligen Stempel (also von 113 □″ Querschnitt) $\frac{378}{113} = 3{,}3''$ hoch drücken. Bei einer Höhe des Packstosses von 30″ tritt der Zeitpunkt seines grösseren Widerstandes nach einer Hebung von 12″, also nach $\frac{12}{3{,}3} = 3{,}6$ Minuten ein. Jetzt rückt die grosse Pumpe aus und die kleine wirkt allein, da bei fortgesetzt rascher Steigung die Tücher durch zu starke Spannung leicht zerreissen könnten. Bei 1″ Durchmesser, also circa 0,79 □″ Querschnitt, 3″ Hubhöhe und 40 Huben pumpt letztere $(0{,}79 . 3 . 40) = 94{,}8$ Cubikzoll Wasser pro Minute in den Presscylinder und bewirkt dadurch eine Steigung von $\frac{94{,}8}{113} =$ circa 0,8″. Da der Packstoss bei der angenommenen Höhe von circa 30″ im Ganzen einer Steigung von 16″ bedarf, so muss die kleine Pumpe noch $\frac{4}{0{,}8} = 5$ Minuten wirken, die Gesammtzeit der Pressung beträgt also nach dieser Rechnung $(3{,}6 + 5) = 8{,}6$ oder circa 9 bis 10 Minuten, vorausgesetzt, dass beide Pumpen fortwährend normal arbeiten und nicht schlecht schliessende Ventile ihre Wirkung verringern. Um den Erfolg eines jeden Pumpenstosses zu controliren, legt man meistens den Finger

so an die Säule der Presse, dass er von jedem Hube des Presssattels an ihr entlang in die Höhe gehoben wird. Besser wäre es jedenfalls, an der Säule eine die Höhe des Hubes messende Scala anzubringen, wenn man es überhaupt billigen kann, die Kraft des Stosses nur nach ihrer Endwirkung in der Presse zu taxiren. Mir erscheint es am zweckmässigsten, statt der indirecten Prüfung der Pumpe durch die Steigung der Presse, die Pumpe selber direct zu controliren mittelst eines auf dem Druckrohre gleich nach seinem Austritt aus dem Pumpkörper angebrachten Manometers. Dadurch gewönne man eine rationelle d. h. eine bestimmt messende und in „beweisenden“ Zahlen sich ankündigende Controle an Stelle der bisherigen empirischen Prüfung mittelst des je nach der persönlichen Empfindlichkeit gar zu verschiedenen praktischen Gefühls.

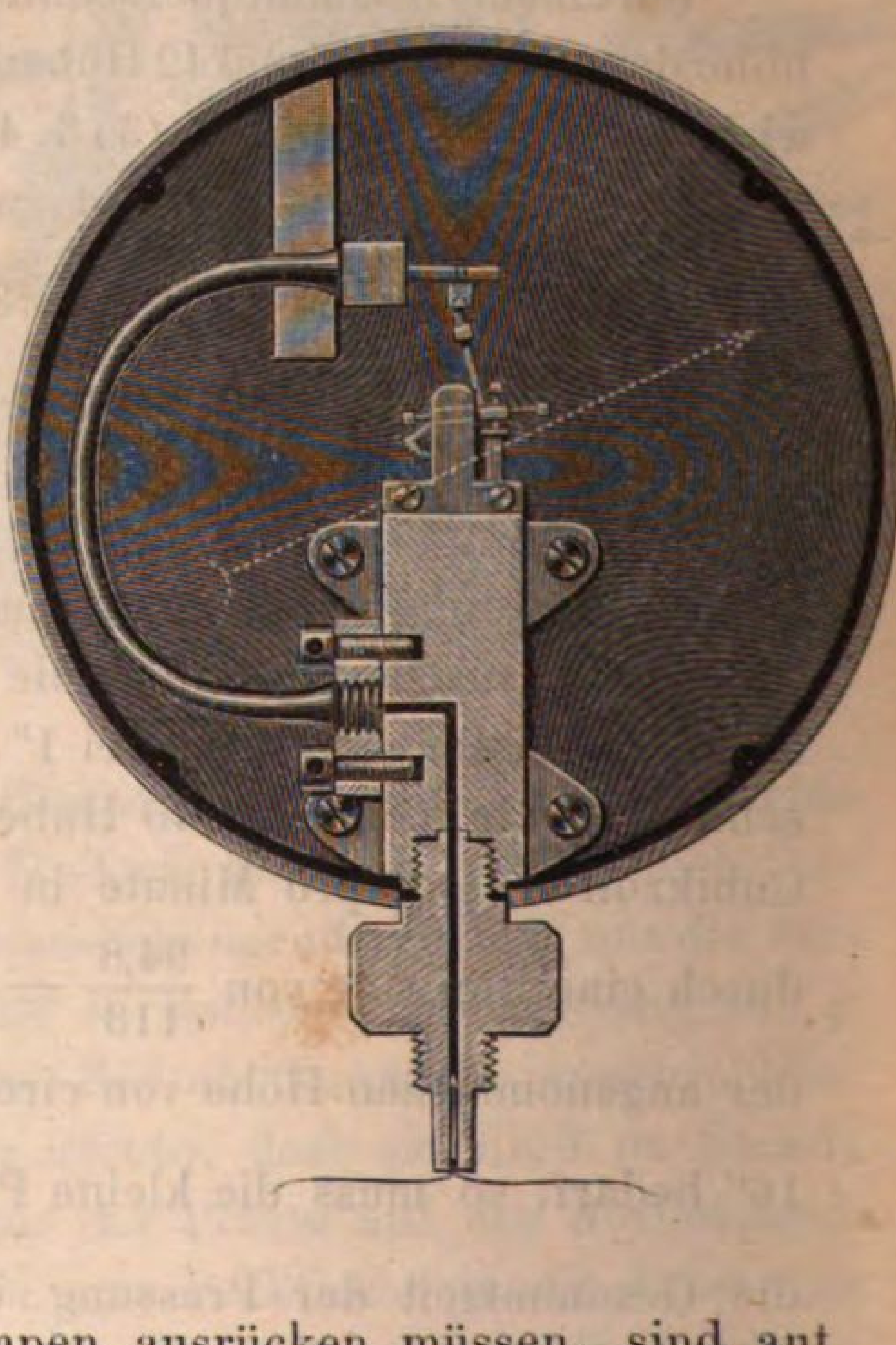
Fig. 57 ist die Vorderansicht, Fig. 58 Aufriss eines Federmanometers für einen hydraulischen Druck von 350 Atmosphären. Die

Fig. 57.



Eintritt des Wassers.

Fig. 58.



Druckquanta, bei welchen die Pumpen ausrücken müssen, sind auf der kreisförmigen Scala durch dicke Striche markirt; ein Blick auf das Manometer und ein gleichzeitiger prüfender Griff auf den Ausrückungshebel der zu controlirenden Pumpe giebt uns nun sofort

Aufschluss, ob letztere den Ausrückungsmoment genau innehält. Gerade diesen Punkt im Auge zu behalten ist wichtig, denn ein zu frühes Aussetzen der Pumpen verringert die Hubhöhe des Stempels und verkürzt die Zeitdauer des Druckes, ein zu spätes beschleunigt und forcirt den Druck zum Nachtheil der Tücher. Vor allen Dingen überzeuge man sich durch genaue Controle der kleinen Pumpe, ob dieselbe den von ihr geforderten Maximaldruck auch wirklich immer ausübt. Die Pressung kann nämlich scheinbar ganz günstig verlaufen und doch eine ungenügende, mit Saftverlust verbundene, sein, ohne dass man es erfährt, wenn man den Druck nur nach dem Augenscheine, nach der Geschwindigkeit der Stempelsteigung, beurtheilt. Das bisher meistens als Maassstab der Pressung angenommene Aussehen der Presskuchen und selbst die Bestimmung ihres Saft- oder Zuckergehaltes giebt kein genaues Kriterium über den wirklichen Presseffect; es lassen sich 6% Saft mehr oder weniger gar nicht danach beurtheilen. Ueberdies erfährt man bei solcher Prüfung *a posteriori* und auch durch das sonst rationelle Wägen des Pressrückstandes den Schaden erst dann, wenn er nicht mehr gut zu machen ist. Man scheue also die geringe Ausgabe für das Manometer nicht, um ein exactes Mittel zu haben, mit dem man den Druck gleich während der Pressung prüfen kann, so lange es noch Zeit ist, einer zu schwachen Wirkung der Pumpen abzuhelfen. Zwar ist das Manometer bei den Pressen nicht durch das Gesetz geboten, wie bei den Dampfkesseln, aber das wohlverstandene Interesse des Zuckerfabricanten sollte ihm dessen Anwendung zum Gesetze machen. Man wird gut thun, die Belastungen der Pumpen nach Angabe des Manometers zu reguliren. Ich lasse danach die grosse Pumpe mit 80 bis höchstens 120, die kleine dagegen mit 180 bis 200 Atmosphären pro □″ wirken, wobei ich gute Resultate erzielt habe. Jede kleine Undichtheit an Pumpe oder Presse wird sofort durch das Manometer angezeigt, man erhält immer eine Anzeige des wirklich ausgeübten Druckes, während die Belastung des Sicherheitventils, welche man hergebrachter Weise meistens für eine genügende Controle der Pressung hält, natürlich weiter nichts controlirt und anzeigt als das Maximum des Druckes, d. h. den Druck welchen die Pumpe als höchste Kraftwirkung ausüben darf*). Am

*) Das Manometer zeigt auch, wie heftig der Stoss des Wassers beim Eintreten in den Presscylinder wirkt. Der momentan dynamische Effect dieses Stosses übertrifft oft um 10 bis 20 Atmosphären den gewünschten Maximaldruck und ist wahrscheinlich die Ursache des häufigen Zerspringens der Cylinder.

sichersten giebt man jeder Presse, oder wenigstens je zweien, die abwechselnd beschickt werden, ein Manometer, damit man die Wirkung aller Pumpen immer gleichzeitig vor Augen hat. Man kommt zwar, wenn man die Druckrohre sämmtlicher Pumpen verbindet und mit Zwischenventilen abschliesst, auch mit einem Manometer aus, kann aber dann immer nur je eine Pumpe dauernd beobachten, oder muss beständig in der Beobachtung abwechseln, was bei grossen Fabriken mit 12 und mehr Pressen nicht geringe Schwierigkeiten machen würde.

Bei einem Drucke der Pumpe von 180 Atmosphären = 180 . 15 = 2700 Pfd. pro □″ erleidet ein 12zölliger Pressstempel, dessen Querschnitt = 113□″, einen Aufdruck insgesammt von (113 . 2700 Pfd.) = 305100 Pfd. Wären nun die Presskuchen ebenso gross wie der Querschnitt des Pressstempels, also = 113□″, so würde jeder Quadratzoll derselben ebenfalls einen Druck von 2700 Pfd. erleiden, da sich der Gesammtdruck des Pressstempels gleichmässig auf der Oberfläche des gepressten Gegenstandes, des Presskuchens, vertheilen muss. In demselben Maasse, als man die Fläche der Kuchen vergrössert, wird auch der Druck, indem er sich über eine grössere Anzahl Quadratzolle vertheilen muss, auf jeden einzelnen Quadratzoll Kuchenfläche geringer werden. Bei 27zölligen Presskuchen z. B. verbreitet sich obiger Gesammtdruck von 305100 Pfd. über $27^2 = 729$ □″, jeder □″ des Kuchens erleidet demnach einen Druck von $\frac{305100 \text{ Pfd.}}{729}$ = 414 Pfd.

Bei einem Drucke der Pumpe von 200 Atmosphären = 3000 Pfd. pro □″ erleidet dagegen ein 9 zölliger Pressstempel, dessen Querschnitt = 63,6□″, einen Gesammtdruck von (3000 Pfd. × 63,6) = 190800 Pfd. oder nur circa 62% des Druckes, den man mit 180 Atmosphären Druck bei einem 12zölligen Stempel erzielt. Bei 27zölligen Presskuchen beträgt dann der Druck pro □″ Kuchenfläche nur $\frac{190800 \text{ Pfd.}}{729} = 261{,}7$ Pfd., bei 12zölligen aber $\frac{339000 \text{ Pfd.}}{324} = 1046{,}3$ Pfd.

Deshalb verdient der Vorschlag, die Cylinder von Gussstahl anzufertigen, wohl Beachtung, da die Widerstandsfähigkeit dieses Metalles gegen Stösse die des Gusseisens weit übertrifft, während das durch seine geringe Masse bedingte leichtere Gewicht desselben durch Frachtersparniss seine Kostspieligkeit etwas compensiren würde. — In England glaubt man die Haltbarkeit des Cylinders durch Anfertigung des Bodens aus einem besonderen Stücke zu erhöhen.

Durch kleine Presskuchen lässt sich demnach leicht ein starker Druck herstellen, es ist aber, wie wir im Folgenden sehen werden, weit vortheilhafter, grosse Presskuchen anzuwenden und durch entsprechend grössere Stempeldurchmesser eine Druckerhöhung zu bewirken. Letztere findet indess bald ihre Grenze durch das Zerreissen der Tücher bei zu starker Anspannung und durch das im Verhältniss zum Drucke zu geringe Wachsen des Pressresultates: der erzielten Saftmenge.

Ueber die Saftausbeute bei Presskuchen von verschiedenem Flächeninhalte führt Otto S. 163 der landwirthschaftlichen Gewerbe eine von Jul. Seeliger aufgestellte Tabelle an. Ich verdanke die gleiche hier folgende Tabelle der Güte des Herrn Franz Schatten, der sie mir vor vielen Jahren zukommen liess.

Flächeninhalt des quadratischen Presskuchens.	Gewicht des Pressrückstandes in Procenten		
	unten	in der Mitte	oben
196 □″	26	26,9	25,4
144 „	24	23,3	22,1
100 „	24,7	21,3	20,1
64 „	24,5	21,6	18,2
36 „	23	21,2	16,1

Freilich wächst hiernach die Saftausbeute mit dem Kleinerwerden der Presskuchen, aber man kann solche im Kleinen gewonnenen Resultate nicht als Regel für die grosse Praxis gelten lassen, welche oft bei weit grösseren Presskuchen als dem grössten dieser Tabelle ebenso viel Saft erzielt, als hier der günstigste Fall, der 6 zöllige (36 □″) Presskuchen, ergab. Ich erhielt bei einer Grösse des Presskuchens von 729 □″ und 465 Pfd. Druck à □″ 83,5% Saft oder 16,5% Pressrückstand als Durchschnittszahl mehrerer genauer Versuche, die jedesmal mit 1260 Pfd. Brei angestellt wurden, also wohl maassgebend genannt werden können. Bessere Resultate scheinen auch kleine Presskuchen im grossen Betriebe nicht zu geben.

Interressant ist aus obiger Tabelle höchstens die Thatsache, dass die Kuchen in demselben Pressstosse oben besser gepresst werden als unten. Dieses Verhalten der verschiedenen Schichten hat die in neuester Zeit so beliebten Untersuchungen der einzelnen Press-

kuchen auf ihren Zuckergehalt zuerst in Anregung gebracht, aus denen jedoch, weil sie nur mit wenigen Pfunden Pressrückstand angestellt sind, niemals ein Urtheil über den Erfolg der Pressung hergeleitet werden kann.

Die Grösse der Presse benennt man conventionell ausser nach dem Stempeldurchmesser nach den Dimensionen der Packfläche, d. h. des Flächenraumes zwischen den Lehrstäben, welcher gleich ist dem des zugehörigen Pressbleches, oder um 1″ im Quadrat grösser als der des Presskuchens. Bei Pressen ohne Lehrstabführung versteht man unter Packfläche einen dem Pressbleche gleichen Flächenraum des Presssattels. Pressen mit 19- bis 28zölliger Packfläche und darüber nennt man gewöhnlich grosse, solche mit 18zölliger und darunter kleine Pressen. Grosse Pressen verdienen immer den Vorzug, da sie mit weniger Aufwand an Handarbeit und Presstüchern mehr leisten als kleine. Auf einen 27zölligen Presskuchen nimmt man am besten circa 16 Pfd. Brei, auf einen 14zölligen 5 Pfd.; fasst nun eine grosse Presse mit 28zölliger Packfläche 33 der 16-pfündigen Kuchen, also 528 Pfd. Brei, so gehen in eine kleine Presse mit 15zölliger Packfläche, aber mit einer der obigen gleichen Packhöhe, 40 der 5pfündigen Kuchen = 200 Pfd. Rübenbrei, sie leistet also in einer Pressung nur $\frac{200 \cdot 100}{528}$ = circa 38% von der Arbeit der ersteren.

Die Anlagekosten beider stehen in gar keinem Verhältnisse zu diesen Zahlen, denn eine grosse Presse ist höchstens um 25% theurer als eine kleine.

Die Ersparniss an Arbeitskraft bei grossen Pressen mit 28zölliger Packfläche gegenüber den kleinen mit 15zölliger ergiebt sich aus der dreifach grösseren Breimenge ihrer Presskuchen. Rechnet man für das Packen eines 15- oder 16pfündigen Presskuchens zwei Mädchen, für das eines 5pfündigen dagegen einen Mann, so erspart man bei ersterem wegen der dreifachen Leistung mit nur zweifacher Arbeitskraft $^1/_3$ der Arbeit, da das Packen beider Presskuchen einen nahezu gleichen Zeitaufwand erfordert. Ferner wird bei grossen 27zölligen Presskuchen mit derselben Menge freilich grösserer Presstücher oder Beutel eine wenigstens doppelt so grosse Menge von Rüben verarbeitet als mit den Tüchern 14zölliger Kuchen; ausserdem zerreissen auch grosse Presstücher nicht so leicht und lassen sich länger benutzen als kleine, die bald auf einen zu kleinen Flächenraum zusammen-

schrumpfen. Bei grossen Pressen rechnet man gewöhnlich 1 Presstuch für 100 Ctr. Rüben in Abgang, bei kleinen dagegen 1 Presstuch für 25 bis 30 Ctr.

Die Zeitdauer der einzelnen Pressungen ist bei beiden Arten Pressen fast gleich bei einer nahezu gleichen Saftausbeute, welche bei grossen Pressen, wie oben angegeben, ungeachtet des geringeren Druckes pro □″ Presskuchen doch 83,5% betragen kann. Diese günstige Saftausbeute grosser Kuchen erklärt sich wesentlich mit daraus, dass der feuchte, safthaltige Rand, der die Presskuchen stets umgiebt, relativ desto weniger beträgt, einen desto kleineren Bruchtheil der ganzen Kuchenfläche bildet, je grösser dieselbe ist. Die Breite dieses Randes zu $1\frac{1}{2}''$ angenommen, so sind von den 324 □″ eines 18zölligen Kuchens, Fig. 59, $(324 - 272\frac{1}{4}) = 51\frac{3}{4}$ □″ feuchter Rand, während von den 729 □″ eines 27zölligen Kuchens, Fig. 60,

Fig. 59.

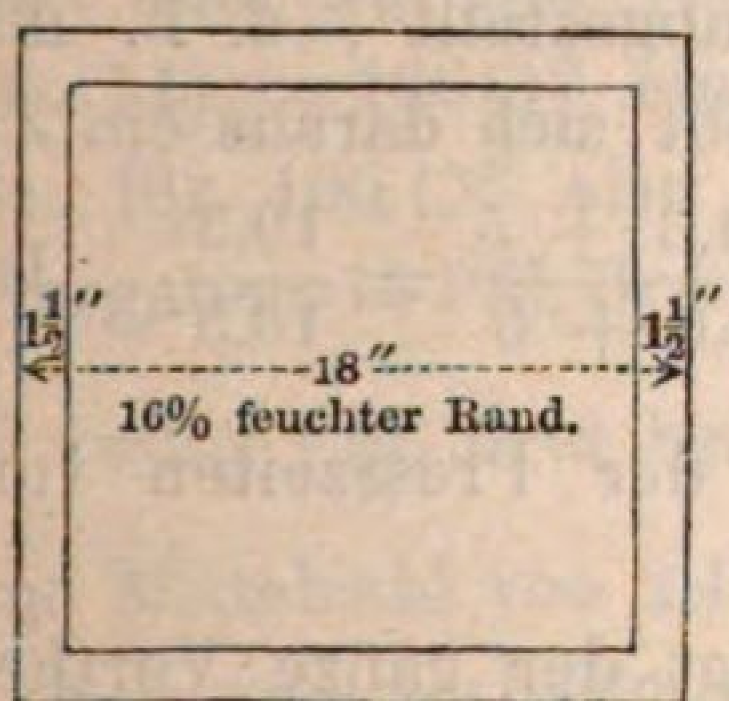
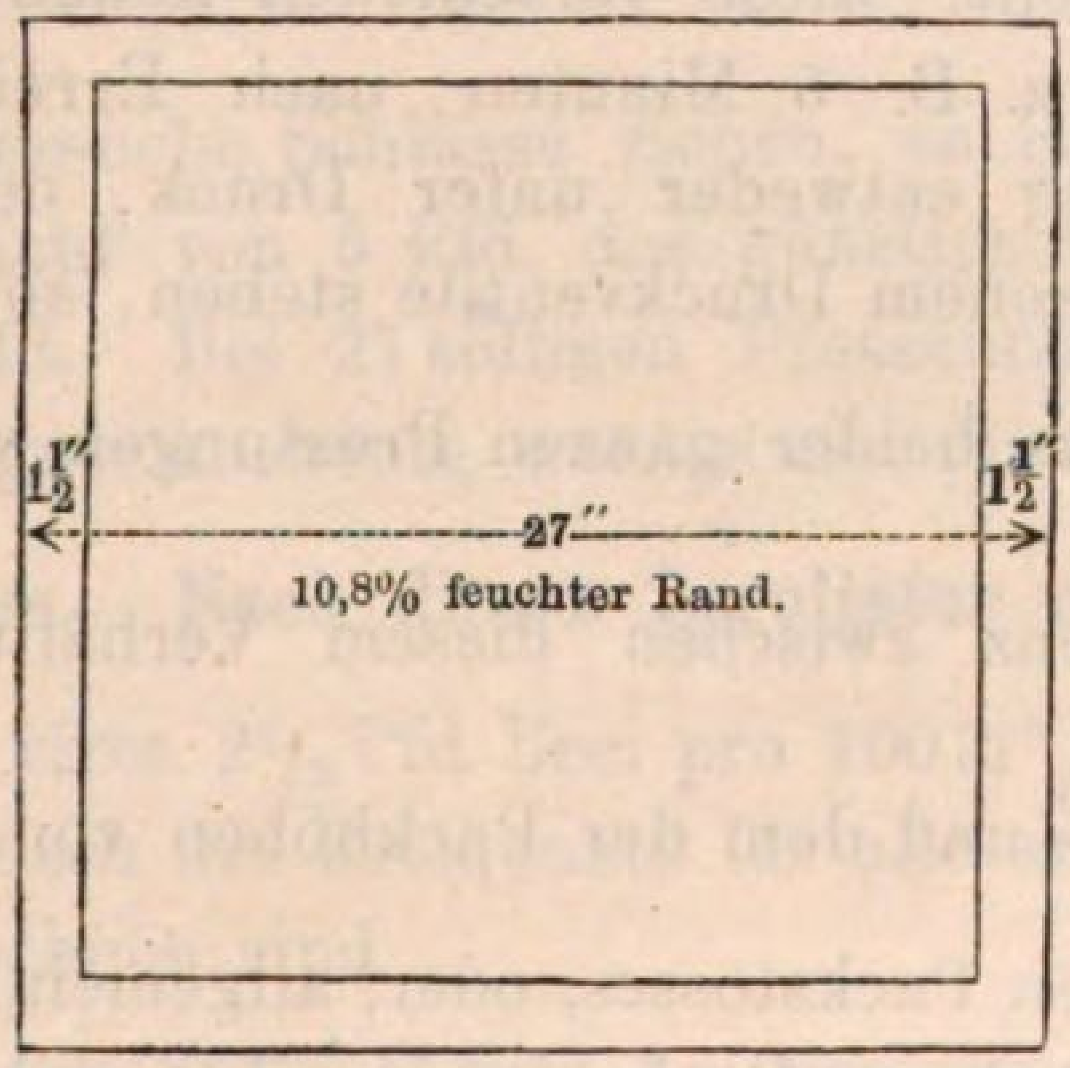


Fig. 60.



nur $(729 - 650\frac{1}{4}) = 78\frac{3}{4}$ □″ dieses Randes erhalten werden. Der Pressrückstand 18zölliger Kuchen enthält mithin $\frac{51\frac{3}{4} \cdot 100}{324} = 16\%$ seiner Fläche oder — da der Breiinhalt der Kuchen meistens proportional ihrer Fläche genommen wird — seines Gewichtes minder ausgepresste, zuckerhaltige Masse, der Pressrückstand 28zölliger Kuchen dagegen nur $\frac{78\frac{3}{4} \cdot 100}{729} = 10,8\%$ dieser Masse, deren Saftgehalt oft sehr bedeutend ist, vornehmlich dann, wenn die Presse nicht lange genug unter Druck gestanden hat, also dem Safte nicht Zeit genug gelassen ist, rein abzufliessen. Der feuchte Rand ist dann auch wohl 2 bis 3″ breit.

Eine noch grössere Differenz als in der Grösse der Pressfläche findet man aber in der Höhe des Packraumes, d. h. des zwischen Sattel und Holm befindlichen, mit dem Packstosse auszufüllenden Raumes. Je höher der Packraum, desto mehr Zeit erfordert seine Beschickung und desto länger ist der Weg, den der Stempel bis zum Maximum des Druckes zurückzulegen hat, desto längere Zeit dauert also seine Aufsteigung bis zu diesem höchsten Punkte. Ein Packstoss von 30″ Höhe bedurfte nach S. 207 einer Stempelsteigung von 16″, welche in 8,6 Minuten (3,6 für beide Pumpen, 5 für die kleine) erreicht wurde; ein Packstoss von 50″ Höhe bedarf danach einer Stempelsteigung von $\frac{16'' \cdot 5}{3} = 26^2/_3''$ und dazu — mit denselben Pumpen und derselben Hubzahl — $\frac{8,6 \times 5}{3} = 14,3$ Minuten Zeit (6 für beide Pumpen, 8,3 für die kleine). Lässt man nun, wie es gewöhnlich geschieht, diese verschieden hohen Packstösse noch eine gleiche Zeit z. B. 5 Minuten nach Erreichung der höchsten Stempelstellung entweder unter Druck, oder „abgestellt“, d. h. mit geschlossenem Druckventile stehen, so ergiebt sich daraus ein Zeitverhältniss beider ganzen Pressungen von $\frac{14,3 + 5}{8,6 + 5} = \frac{19,3}{13,5}$. In der Differenz zwischen diesem Verhältnisse der Presszeiten von $\frac{19,3}{13,5} = \frac{4,25}{3}$ und dem der Packhöhen von $\frac{5}{3}$ liegt der ganze Vortheil des höheren Packstosses, oder, allgemein ausgedrückt: die ganze Pressung eines höheren Packstosses währt nicht um so viel länger, als er höher ist, ein $\frac{5}{3} = 1^2/_3$mal höherer Packstoss gebraucht nur eine $\frac{4,25}{3} = 1^2/_5$mal längere Presszeit. Diesen im Ganzen geringen Zeitgewinn annullirt aber grösstentheils wieder der Nachtheil des längeren Weges, welchen der Saft beim Abrinnen von dem hohen Packstosse zurückzulegen hat, wodurch theils die Ausbeute in Folge der von oben nach unten zunehmenden Ansammlung der Safttropfen auf den Blechen etwas verringert (vergl. die Tabelle S. 211), theils der Luft längere Einwirkung gestattet wird; auch ist die Unannehmlichkeit der bei hohen Packstössen unvermeidlichen Lehrstäbe (s. S. 202) nicht geringe anzuschlagen. Die Arbeit des Packens ist bei gleich dicken Presskuchen selbstverständlich proportional der Höhe des Packraumes;

fasst der 30″ hohe Packraum 40 Kuchen à 5 Pfd. = 200 Pfd. Brei, so fasst der 50″ hohe $\frac{40 \cdot 5}{3}$ = 66 Kuchen mit 66 . 5 = 330 Pfd. Brei, erfordert also eine $\frac{5}{3}$ = 1²/₃fache Packarbeit.

Wir haben nun die Frage zu beantworten: Welche Quantität Brei ist die passendste für eine gegebene Pressfläche? Schatten erzielte mit 14zölligen Pressflächen folgende Resultate:

Menge des eingeschlagenen Rübenbreies	Saftausbeute in Procenten
2 Pfd. 1½ Loth	75
3 „ 1¼ „	75,3
4 „ 3 „	75,8
5 „ 3 „	76,7
6 „ 1 „	75,9
8 „ — „	73,8.

Darf man aus nur einem Versuche Schlüsse ziehen, so ist hier für (14 . 14) = 196 □″ ein Gewicht von 5 Pfd. das günstigste Verhältniss, für 100 □″ also 2,6 Pfd. Bei 27zölligen Presskuchen = 729 □″ ergaben 16 Pfd. Brei eine gute Ausbeute, woraus sich für 100 □″ $\frac{16 \text{ Pfd.}}{7}$ = 2,2 Pfd. Brei berechnen. Nach diesen Resultaten ergäbe sich eine Mittelzahl von 2,4 oder circa 2½ Pfd. Brei pro 100 □″ Pressfläche als Normalverhältniss, wonach die Breiquanta für alle anderen Grössen der Presskuchen zu berechnen sind.

Versuche im Grossen über die Saftausbeute bei verschiedenem Drucke pro □″ ergaben bei einer gleichen Zeitdauer des Druckes von 3 Minuten:

bei	50 Pfd.	Druck	pro	□″	— 60%	Saft
„	80 „	„	„	„	— 64%	„
„	400 „	„	„	„	— 75%	„
„	750 „	„	„	„	— 80%	„

Die Saftausbeute wächst also in einem vielfach geringerem Grade als der Druck; während die Druckdifferenz zwischen Versuch 1 und 2 nur 30 Pfd. beträgt und man damit 4% Saft mehr gewinnt, beträgt sie zwischen Versuch 3 und 4 116²/₃mal so viel (116²/₃ × 30) = 350 Pfd., und doch gewinnt man damit nur 5% Saft mehr, also nur das

$1^1/_4$ fache obiger 4 Procente. Mit dem Massstabe dieser Progression lässt sich nun leicht ermessen, eines wie hohen Druckes man bedürfte für die letzten Saftprocente, und man wird bald auf den Schluss kommen, dass es überhaupt unmöglich ist, durch einen noch so hohen Druck der hydraulischen Presse allen Saft aus dem Rübenmarke zu gewinnen. — 80% ist der höchste Durchschnittsertrag einer solchen einmaligen Pressung; mehr wie 84% kann man durch hydraulischen Druck allein (d. h. ohne Wasserzusatz beim Zerreiben) nicht abpressen. Denn die Grenze des Druckes, bei der gar kein Saft mehr resultirt, ist bald erreicht, theils weil der Saft, durch die Adhäsionswirkung der grossen Zellenmasse zurückgehalten und auf letzterer in dünner Schicht vertheilt, bald keine zusammenhängende Tropfen mehr zu bilden vermag, theils weil überhaupt eine grosse Menge der Zellen, welche die Reibe nicht aufgeschlossen hat, auch hier beim stärksten Drucke ungeöffnet bleibt.

Wir haben S. 207 gesehen, dass man zu Anfang der Pressung den Stempel rasch steigen lässt unter Gesammtwirkung beider Pumpen bis zu einem Stempelhube von circa $\frac{12}{30} = \frac{2}{5}$ der Packhöhe, welches Druckstadium einer Saftausbeute von circa 60% entspricht. In der Praxis hat es sich längst herausgestellt, dass ein solcher von Anfang an schnell gesteigerter Druck den Saftablauf sehr begünstigt, deshalb einen höheren Ertrag giebt, als eine mehr allmälige Drucksteigerung.

Nachfolgende Tabelle zeigt, wie die Saftausbeute von 5 zu 5 Minuten der Pressung wächst. Jeder Versuch ist das Mittel mehrerer jedesmal mit 1260 Pfd. Brei angestellter Versuche.

Zeitdauer des Pressens in Minuten	Erzielte Saftmenge in Procenten
1 bis 5	66 bis 75
5 „ 10	7,5 „ 3
10 „ 15	4,5 „ 2,3
15 „ 20	2,6 „ 1,1
20 „ 25	1,6 „ 1,0
25 „ 30	0,8 „ 0,6
30 „ 35	0,4
Summa . .	83,4 bis 83

Die letzten Stadien der Pressung ergeben hiernach so geringe Safterträge, dass ein allzulanges Stehenlassen des Pressstosses unter Druck dem Interesse des Fabricanten zuwider laufen würde. Die günstige Wirkung der Presse in den ersten Stadien beweist dagegen ihre besondere Brauchbarkeit zum Vorpressen; denn es möchte schwer halten, mit anderen Werkzeugen in 5 Minuten 66 bis 75% Saft aus Rübenbrei zu erzielen.

Eine längere Zeitdauer des Pressens mit geringerem Drucke giebt oft bessere Resultate, als kurzer und starker Druck. Wenn ich oben in 3 Minuten bei 400 Pfd. Druck pro □″ 75% Saft, und in derselben Zeit bei 750 Pfd. pro □″ 80% Saft erhielt, so gab mir ein Druck von nur 260 Pfd. pro □″ in 30 Minuten auch 80%, ein Druck von 552 Pfd. in ebensoviel Zeit selbst 84% Saft. — Daher der ungünstige Erfolg der Walzenpressen, deren Druck eine zu kurze Zeit wirkt, um bessere Resultate als die hydraulische Presse möglich zu machen.

Die Zahlen der zuletzt angeführten Tabelle haben nur eine allgemeine Bedeutung, sie sind abhängig von der Grösse des Druckes, ausserdem aber auch von der Beschaffenheit des Breies. Zuckerreiche Rüben enthalten einen klebrigen Saft und sind gewöhnlich dichter Textur, reicher Zellenbildung; ihr Saft wird also durch stärkere Adhäsion zurückgehalten und sich schwerer vom Rückstande trennen, als der weniger adhärirende Saft von wässrigen Rüben mit leichterer Zellenbildung. Man wird demnach mit denselben Pressvorrichtungen und demselben Drucke von verschiedenen Rüben oder verschiedenen Jahrgängen ganz abweichende Mengen Saft erhalten, wie es auch die Erfahrung bestätigt. Ich habe mich bemüht, die Saftausbeute zu ermitteln, die man bei gleichem Drucke je nach verschiedener Dichtigkeit des Saftes zu erwarten hat. Ich erhielt:

bei der Dichtigkeit des Saftes von	eine Saftausbeute von
9° Beaumé	78,8 Proc. Saft
8,4° „	80 „ „
7,4° „	83 „ „
6,25° „	85 „ „

will jedoch selbstverständlich diese Resultate nicht als für alle Fälle geltende aufstellen.

Wie ausser der Qualität der Rübe die Feinheit ihrer Zerreibung auf das Resultat des Pressens influirt, lehrt folgender Versuch. Bei den Poussoirreiben ist derjenige Brei, welcher gleich nach seiner Bildung unter der Vorderkante der Glissoire niederfällt, gröber, als der von der Trommel weitergeführte, am entgegengesetzten Ende des Beikastens abgeschleuderte. Presst man nun jede der beiden Sorten Reibsel mit gleichem Drucke bei gleich grossen und dicken Kuchen aus, so wird man finden, dass der feinere Brei circa 3% mehr Saft ausgiebt.

Das Resultat der Pressung kann sehr beeinträchtigt werden durch schlecht gereinigte oder zu alte Presstücher, deren theils verstopfte, theils zu enge Maschen den Austritt des Saftes in hohem Grade hindern. Die schädliche Wirkung solcher Tücher erkennt man sofort aus ihrem Inhalte, den feuchten, klebrigen Presskuchen, in welchen eine oft ziemlich bedeutende Saftmenge zurückgehalten wird.

Die grössere Concentration, welche man dem gegen das Ende der Pressung ausfliessenden Safte oft zuschreibt, existirt in Wirklichkeit niemals, sondern der Saft ist (ohne Wasserzulauf auf die Reibe) in allen Stadien des Druckes gleicher Beschaffenheit. Man mag wohl hier und da diesen zuletztablaufenden Saft leichteren Gewichtes gefunden haben, indem man ihn sofort nach dem Auffangen wog und nicht bedachte, dass er durch die starke Pressung viele Luftblasen suspendirt enthalten und dadurch ein stärkeres Einsinken der prüfenden Spindel verursachen kann. Sobald man ihn aber hinreichende Zeit stehen lässt, das Austreten der Luftblasen durch Klopfen am Glase befördert und dann erst prüft, wird man sein specifisches Gewicht immer gleich dem des erstablaufenden Saftes finden.

Um den im unverdünnten Zustande oft klebrigen und schwer zu pressenden Rübenbrei dünnflüssiger zu machen, ferner um den Saftgehalt der nicht genügend aufgeschlossenen Zellen durch Maceration zu extrahiren und hauptsächlich, um einen Theil des im Presskuchen zurückgehaltenen Saftes durch Wasser zu deplaciren, lässt man fortwährend W a s s e r auf die R e i b e laufen, welches sich innig mit dem Brei mischt und den Saft desselben so verdünnt, dass er beim Pressen weit leichter abfliesst. Theils dadurch, theils in Folge der Verdrängung eines Theils Saft im Pressrückstande durch einen ebenso grossen Theil Wasser wird die Saftausbeute erhöht.

Man habe z. B. 20% Wasser auf die Reibe gelassen, so erhält man in dem Breie von 100 Rübe (mit 96% Saftgehalt) $96 + 20 = 116$

verdünnten Saft, dessen Zuckergehalt (den des unvermischten Saftes zu 12% angenommen) $\frac{12 \cdot 96}{116} = 9{,}9\%$ ist. Erhielte man nun 16% Pressrückstand, so wären von den 12% Saft dieses Rückstandes (die Rübe zu 4% Zellensubstanz gerechnet) $\frac{12 \cdot 20}{116} =$ circa 2% Wasser, die einen gleichen Theil ursprünglichen Saftes deplacirt hätten. Die Gesammtausbeute an Saft betrüge also $= (100 - 16) + 2 = 86\%$ Saft, wenn Mischung und Pressung in der angenommenen theoretischen Vollkommenheit stattfänden.

In Wirklichkeit ist jedoch das Resultat nicht ganz so günstig, einmal weil man gewöhnlich mehr als 16% Pressrückstand erhält (vergl. S. 232), und ferner weil das Wasser bei dem raschen Wegarbeiten des Breies nicht sämmtliche ungenügend aufgeschlossenen Zellen, die ganz unaufgeschlossenen aber noch weniger ausmaceriren, also sich niemals mit dem ganzen Saftinhalte der Rüben, mit 96%, sondern immer mit etwas weniger — vielleicht 88 bis 90% — mischen wird. Auf der Reibe werden sich nach dieser Annahme daher nur circa 90 Saft + 20 Wasser = 110 verdünnter Saft bilden können; die unvermischt bleibenden 6% Saft werden theils erst im letzten Stadium des Pressens aus dem Kuchen ablaufen, theils ganz in demselben zurückgehalten werden. Je nachdem der Presskuchen von den 6 Procenten unvermischten Saftes 5, 4, 3, 2% zurückhält, wird die durch den Wasserzusatz erzielte Mehrausbeute bei demselben Verdünnungsverhältnisse von 90 Saft + 20 Wasser betragen: $\frac{7 \cdot 20}{110}$, $\frac{8 \cdot 20}{110}$, $\frac{9 \cdot 20}{110}$, $\frac{10 \cdot 20}{110} = 1{,}27\%, 1{,}45\%, 1{,}63\%, 1{,}81\%$ u. s. f. Vorherbestimmbar ist diese Ausbeute nicht, da man nicht vorher wissen kann, wie das Mischungsverhältniss zwischen Wasser und Saft sein und wie viel unvermischten Saft der Kuchen zurückhalten wird.

Gegen das Verdünnen des Rübenbreies führt man oft an, durch die Volumvergrösserung des Rübenbreies und die Arbeit der Wasserverdampfung werde die Leistungsfähigkeit der Fabrik per Tag vermindert, man müsse daher pro Campagne so und so viel Arbeitstage mehr aufwenden, die Kosten erhöhten sich etc. Ich würde es nicht für nöthig erachten, einen solchen Einwand zu widerlegen, wenn er mir nicht wirklich gemacht wäre. Es ist einleuchtend, dass die ganze Arbeit der Saftgewinnung durch Wasserzulassen nicht verzögert,

sondern bedeutend beschleunigt wird. Der dünnere Brei lässt sich weit leichter, gleichmässiger und rascher über das Presstuch ausbreiten; das um den Wassergehalt vergrösserte Breivolumen wird schon beim Packen durch Ablauf vielen Saftes auf dem Packtische so verringert, dass ein fast ebenso grosses Gewicht ursprünglichen Breies in die Presse kommt, als habe man gar kein Wasser zugesetzt; und endlich wird die Pressdauer selber wesentlich abgekürzt, weil der dünnere Saft die Tücher leichter durchdringt und schneller vom Pressstosse rinnt. Die Scheidung des um $^1/_5$ bis $^1/_4$ grösseren Saftvolums erfordert zwar eine entsprechende Vergrösserung oder Vermehrung der Scheidepfannen, und die Verdampfung des zugesetzten Wassers eine grössere Verdampfungsfläche oder forcirten Wirksamkeit des Robert'schen Apparates mit mehr Dampf- resp. Brennstoffconsum; aber diese verhältnissmässig geringen Mehrkosten sind auch die einzigen im ganzen Verlaufe der Fabrication, welche dem Wasserzusatze auf der Reibe zur Last fallen. Denn die Bedienung grösserer oder einer grösseren Zahl Scheidepfannen oder grössere Verdampfapparate kostet nicht mehr Arbeitskraft, als man für kleine Apparate bedarf; die Filtration des Dünnsaftes lässt sich nach Verhältniss der grösseren Saftmenge leicht beschleunigen, die des Dicksaftes bleibt wegen seiner unveränderten Concentration dieselbe; und zuletzt das Verkochen des Saftss wird durch die im Verhältniss zum ganzen Safte geringe Mehrausbeute ganz unmerklich vermehrt. Man kann daher bei ziemlich beträchtlichem Wasserzusatze (man nimmt jetzt meistens $^1/_4$ bis $^1/_3$ vom Gewichte der Rüben) in derselben Zeit, mit derselben Arbeitskraft und mit nur geringen Mehrkosten für Neuanlage und Brennmaterial ein ebenso grosses Rübenquantum verarbeiten, wie ohne diesen Wasserzusatz.

Viele Fabriken pressen zweimal, indem sie die Kuchen nach einer circa 10 Minuten langen Vorpressung, meist doppelt gelegt, in einer zweiten Presse einem stärkeren Drucke unterwerfen. Da die Kuchen durch die Vorpressen auf halbe Dicke zusammengedrückt werden, so genügt für den Inhalt zweier Vorpressen eine Nachpresse. Die Saftausbeute dieses Verfahrens ist nicht grösser, sondern nur sicherer, weil durch die zweite Pressung das durch die erste Versäumte wieder nachgeholt und die Nachpresse leichter controlirt werden kann.

Man pflegt oft die Kuchen vor dem Nachpressen in Wasser einzutauchen, um durch dasselbe den in ihnen zurückgehaltenen Saft zu verdünnen und einen Theil desselben zu verdrängen. Es ist hier-

bei wesentlich, dass die Kuchen in der Vorpresse eine mittlere Consistenz, nicht zu hart und nicht zu weich, bekommen. Ein Druck bis zu 70% Saftverlust macht sie schon zu hart; sie saugen dann das Wasser nicht mehr ein und zeigen deshalb nach dem Eintauchen noch ganz trockene Stellen. Nur nach schwachem Drucke der Vorpressen scheint das Aufsaugen des Wassers beim Eintauchen zu gelingen, aber auch dann noch nicht vollständig; denn in der Mitte, wo das Presstuch gewöhnlich vierfach übereinander liegt, ist ein gänzliches Benetzen nicht zu erzielen, beim Zerreissen des Rückstandes an dieser Stelle wird man immer nur die äusserste Schicht benetzt finden. Daher sind bei diesem Verfahren nur möglichst dünne Presskuchen anzuwenden, um die dem Wasser dargebotenen Oberflächen zu vermehren. Die erste Pressung darf andrerseits nicht gar zu gering sein, weil sonst die Kuchen nicht die zur leichten Manipulation genügende Festigkeit erhalten und ihr hoher Saftgehalt durch das aufgesogene Wasser in zu geringem Grade verdünnt wird. Werden z. B. in den Vorpressen nur 51% Saft ausgepresst, so enthält der Saft des Presslings bei 15% Wasseraufnahme durch Eintauchen $\frac{15}{15 + 45} = \frac{15}{60} = \frac{1}{4}$ seines Gewichts Wasser, während bei derselben Wasseraufnahme der Saft eines Presslings, der 66% Saft in der Vorpresse verloren hat, $\frac{15}{15 + 30} = \frac{15}{45} = \frac{1}{3}$ Wasser enthält. Von den 12 Procenten Saft, welche nach der zweiten Pressung in den Kuchen zurückbleiben, wären also im ersten Falle $\frac{12}{4} = 3\%$, im zweiten Falle $\frac{12}{3} = 4\%$ Saft durch Wasser deplacirt, oder durch das Eintauchen mehr gewonnen, den in Wirklichkeit nie eintretenden Fall vorausgesetzt, dass eine vollständige Mischung von Wasser und Saft stattfände.

Die Aufnahme des Wassers hängt aber auch von der Zeit des Eintauchens ab; denn der Rübenbrei nimmt z. B. in drei Minuten noch einmal so viel Wasser auf als in einer Minute. Versuche darüber ergaben eine Aufnahme von 7 bis 8% Wasser (auf 100 Gewichtstheile Rüben gerechnet) in einer Minute, in drei Minuten aber eine Aufnahme von 14 bis 18%. Ein zu lange dauerndes Eintauchen ist indessen auch nicht zulässig, weil der Saft im Kuchen bald so verdünnt werden würde, dass er ausflösse und sich mit dem umgebenden Wasser mischte. — Das Eintauchwasser zeigt nach längerem Ge-

brauche oft einen nicht unbedeutenden Saftgehalt, der durch das nicht zu empfehlende Zugleicheintauchen vieler Kuchen übereinander in Folge des Druckes auf die unteren Kuchen bis zu 2⁰ Bé. steigen kann; man muss es in diesem Falle wenigstens alle 6 Stunden verkochen und von vornherein durch Kalkzusatz vor Säure schützen.

Nach Versuchen in der grossen Praxis, wobei noch besonders auf eine schräge Lage der Presskuchen beim Eintauchen gesehen wurde, damit die in ihnen eingeschlossene Luft leicht entweichen konnte, ergab sich ein Mehrgewinn gegen Pressen ohne Eintauchen von $^1/_2$ bis $1^1/_2$ % (oder günstigsten Falles 2% Saft), für welchen 8 bis 16% Wasser (auf das Rübengewicht berechnet) zu verdampfen waren.

Diese geringe Mehrausbeute beweist, wie unvollkommen das Wasser in die einmal gepresste Masse eindringt. Aber man darf sich darüber nicht wundern, wenn man bedenkt, eine wie grosse Menge Wasser das umhüllende Presstuch allein absorbirt (ein Presstuch von 40″ im Quadrat nimmt $1^1/_2$ Pfd. Wasser auf), und dass erst, nachdem sich dieses vollkommen gesättigt hat, der Kuchen selbst getränkt wird; wenn man ferner bedenkt, wie durch das dem Eintauchen rasch folgende zweite Pressen das aufgesogene Wasser sofort wieder herausgedrückt wird, ohne dass man ihm Zeit lassen darf, ins Innere des Kuchens zu dringen und sich gleichmässig mit dem ganzen Safte desselben zu mischen. Wegen dieser unverkennbaren Nachtheile hat man in neuerer Zeit das Eintauchen vielfach wieder aufgegeben.

Ein anderes, früher beliebtes Verfahren, die vorgepressten Kuchen in einem verschlossenen Kasten zu „dämpfen“, d. h. eine Zeit lang der Einwirkung von Wasserdampf auszusetzen, hat man jetzt wohl allgemein verlassen, theils wegen der zu geringen Ausbeute desselben, theils wegen der schädlichen Einwirkung der hohen Dampftemperatur auf den Saft des Presslings und auch auf dessen Zellenmasse, welche dadurch aufquoll und sich in diesem Zustande schwieriger pressen liess.

Eine günstige Saftausbeute giebt das Verfahren der doppelten Pressung nur dann, wenn man die vollständig ausgepressten Kuchen nochmals unter Wasserzufluss auf einer Reibe oder besonderen Zerkleinerungsmaschine in einen möglichst homogenen Brei verwandelt und diesen zum zweiten Male vollständig wie frischen Brei packt und presst. Liesse man zu den aus der ersten Pressung im günstigsten Falle resultirenden 16% Rückständen nur 12% Wasser auf die Reibe, so würde die dadurch bewirkte Saftverdünnung ebenso gross sein,

als hätte man beim ersten Zerreiben 96% Wasser zufliessen lassen, der Saft würde um die Hälfte verdünnt werden. Erhielte man nach dem zweiten Pressen wieder 16% Pressrückstand, so hätte man die Hälfte von dessen Safte, also noch 6% gewonnen, die Gesammtausbeute beider Pressungen betrüge also $= 84 + 6 = 90\%$ Saft. In der Wirklichkeit ist diese Ausbeute geringer (vergl. S. 234), weil gewöhnlich mehr als 16% Rückstand beim Pressen resultiren, ferner weil das auf die Reibe gelassene Wasser wegen des raschen Verlaufes der Arbeit auch hier, wie beim ersten Zerreiben (vergl. S. 219), nicht Zeit findet, den theils an den Zellenwandungen adhärirenden, theils noch in unaufgeschlossenen Zellen befindlichen Saft vollständig aufzunehmen und mit ihm in eine homogene Mischung zu treten. Deshalb ist auch der im Presskuchen zurückgehaltene Saft immer concentrirter als der ablaufende, welcher im ersten Stadium des Ablaufens oft $1/2\%$ geringer polarisirt, als im letzten.

Bei diesem Verfahren hat man ausserdem den Vortheil, den vom ersten Pressen gebliebenen feuchten Rand der Presskuchen noch einmal, nach gehöriger Vermischung mit der übrigen Masse, auspressen zu können. Ferner lässt sich bei gefrorenen Rüben, welche man beim ersten Zerreiben nicht ausreichend durch Zulauf heissen Wassers erwärmte und deshalb auch nicht genügend auspressen konnte, das Versäumte beim zweiten Verreiben vollständig nachholen.

Das Verfahren hat bisher recht gute Resultate in der Praxis geliefert, empfiehlt sich daher so lange, als nicht ein vollkommneres noch bessere Erfolge bietet. Es wurde schon 1843/44 von Herrn Schöttler sen. eingeführt, wie er in der Vereinsschrift für R.-Z.-I., Bd. I, S. 231 versichert. Ein Hauptvorwurf, welcher dem zweimaligen Zerreiben gemacht wird, ist der, dass es zu viel Zeit beanspruche und dadurch die Zersetzung des Saftes begünstige. Allerdings kann eine solche eintreten, wenn man nicht schnell genug manipulirt und nicht die höchste Reinlichkeit beobachtet. Denn hält sich auch oft Rübensaft in reinen Gefässen 16 Stunden mit derselben Polarisationsfähigkeit, und bleibt auch Raffinadelösung Tage lang unverändert, so wird dadurch noch keineswegs die Haltbarkeit des Saftes für die ganz anderen Situationen der Saftgewinnung bewiesen, und es lässt sich gegenüber solchen günstig lautenden Versuchen, die den Fabrikanten leicht zu sicher machen, als Beispiel leichter Zersetzbarkeit des Rübensaftes anführen, dass Süsswasser schon nach einigen Stunden in volle Gährung geräth, dass frisch ausgepresster Saft in Berührung

mit 6 Stunden lang gebrauchten Presstüchern in einer Stunde 1,8 bis 2% Zucker verlieren kann (wie ich selbst fand). Deshalb darf man sich bei diesem Verfahren, das ich schon 1856 öffentlich vertheidigte und 1858 in „Böhmens Rübenzuckerfabrication" wieder empfahl, nachdem ich es in mehreren Fabriken eingeführt und seine Vortheile erkannt hatte, nicht etwa auf die Haltbarkeit des Saftes à tout prix stützen, sondern muss bei allen einzelnen Operationen auf Schnelligkeit und Sauberkeit der Ausführung bedacht sein. Namentlich beschleunige man die erste Pressung entweder durch besondere Vorpressen mit niedrigem Packraum, oder, bei vorhandenen hohen Pressen, durch Einsetzen niedrigerer Packstösse, als diese sonst zu fassen vermögen.

Die Dauer der ganzen Operation in diesem Falle ist ungefähr folgende:

Packen des Rübenbreies	10	Minuten	
Erste Pressung	10	„	
Ausschlagen, Reiben und Zutragen	5	„	(und mehr)
Zweites Packen	10	„	
Zweite Pressung	15	„	
Summa	50	Minuten.	

Wenn man zur Beschleunigung der doppelten Pressung vorschlägt (Vereinsschrift für R.-Z.-I., Bd. 7, S. 298): „die Vorpressung nie so weit zu treiben, dass erst ein Zerkleinern der Rückstände durch besondere Vorrichtungen dazu nöthig wird, da damit gegen alle Hauptregeln der Saftgewinnung hinsichts Schnelligkeit, Einfachheit und Billigkeit verstossen würde"; so kann ich mich damit aus folgenden Gründen nicht ganz einverstanden erklären:

Erstens würde eine gelinde, nur bis zu 60 oder 65% Saftausbeute wirkende Pressung den Rübenbrei doch so zusammenpressen, dass er eine zusammenhängende Masse bildete, die durch irgend eine Vorrichtung zerkleinert werden müsste. Ist nun aber in jedem Falle nach dem Pressen ein Zerkleinern nöthig, so ist jedenfalls ein starkes Pressen vorzuziehen, denn ein Rückstand mit 30 und mehr Procenten Saftgehalt lässt sich weit schwieriger zertheilen und mit Wasser mischen, als ein trocken gepresster, krümelnder.

Zweitens bewirkt das nach dem ersten Pressen zugesetzte Wasser eine desto grössere Verdünnung des Saftes im Pressrückstande, d. h. es kann eine desto grössere Menge Saft in demselben

durch Wasser deplacirt werden, je weniger Saft er enthält, je stärker er ausgepresst ist (vergl. S. 221).

Drittens wird eine starke erste Pressung noch manche unaufgeschlossene Saftzelle sprengen und auch dadurch die nachfolgende Einwirkung des Wassers auf den Pressling wesentlich befördern.

Das Zerkleinern auf einer besonders dazu construirten Zerkleinerungsmaschine geht sehr schnell, bei stark gepressten Kuchen fast augenblicklich von Statten. Der Preis einer solchen Maschine ist nicht so hoch, um nicht durch Mehrgewinn an Saft in sehr kurzer Zeit reichlich aufgewogen zu werden.

Wir kommen nun zu den Presstüchern, diesem ebenso unvermeidlichen und wichtigen als unangenehmen Zubehöre des Pressverfahrens. Die Frage: ob Tücher oder Säcke am vortheilhaftesten? findet ihre beste Beantwortung in der allgemeinen Anwendung ersterer gegenüber der ungleich selteneren Benutzung letzterer. Wie wir S. 204 gesehen haben, geben Säcke freilich einen egaleren Packstoss, dafür bieten aber Tücher die Vortheile: 1) einer längeren Haltbarkeit, weil sie, nur lose über dem Kuchen zusammengeschlagen, beim Pressen eher eine Ausdehnung zulassen, als die an 3 Seiten fest geschlossenen Säcke, weil ferner die beim Pressen allein forcirte viereckige 1 bis $1\frac{1}{2}''$ breite Zone der Tuchfläche ihren Ort verändert, allmälig im Verhältniss der Einschrumpfung des Tuches dem Umfange näher tritt; 2) eines bequemeren Ausschlagens der Presslinge und 3) einer leichteren Reinigung, die bei Säcken wegen ihrer Ecken und Kanten weit mehr Sorgfalt erfordert. Man fertigt nun die Tücher von Hanf, Pferdehaar, Seide und Wolle; den wollenen giebt man fast überall den Vorzug. Ihre Elasticität erlaubt ein rasches und zugleich kräftiges Pressen, sie lassen den Saft leicht durch- und abfliessen, halten dabei auch die feinsten Breitheilchen in ihren lockeren Fäden vollständiger zurück, als dies andere Gewebe vermögen. Namentlich geht das Ausschlagen bei wollenen Tüchern leicht, wohl in Folge der geringen Adhäsion des Rübensaftes am Wollenfaden und in Folge ihres groben Gewebes. Bei leinenen Tüchern ist diese Adhäsion grösser, deshalb und wegen ihres feineren Gewebes (mit einer grösseren Fadenzahl auf derselben Tuchfläche) macht das Ausschlagen und die Reinigung derselben weit mehr Mühe. Das Schädliche bei allen Presstüchern oder Pressbeuteln überhaupt ist die fermentirende Einwirkung des bei ungenügender Reinigung in ihrem Gewebe zurückbleibenden alten Rübensaftes auf den

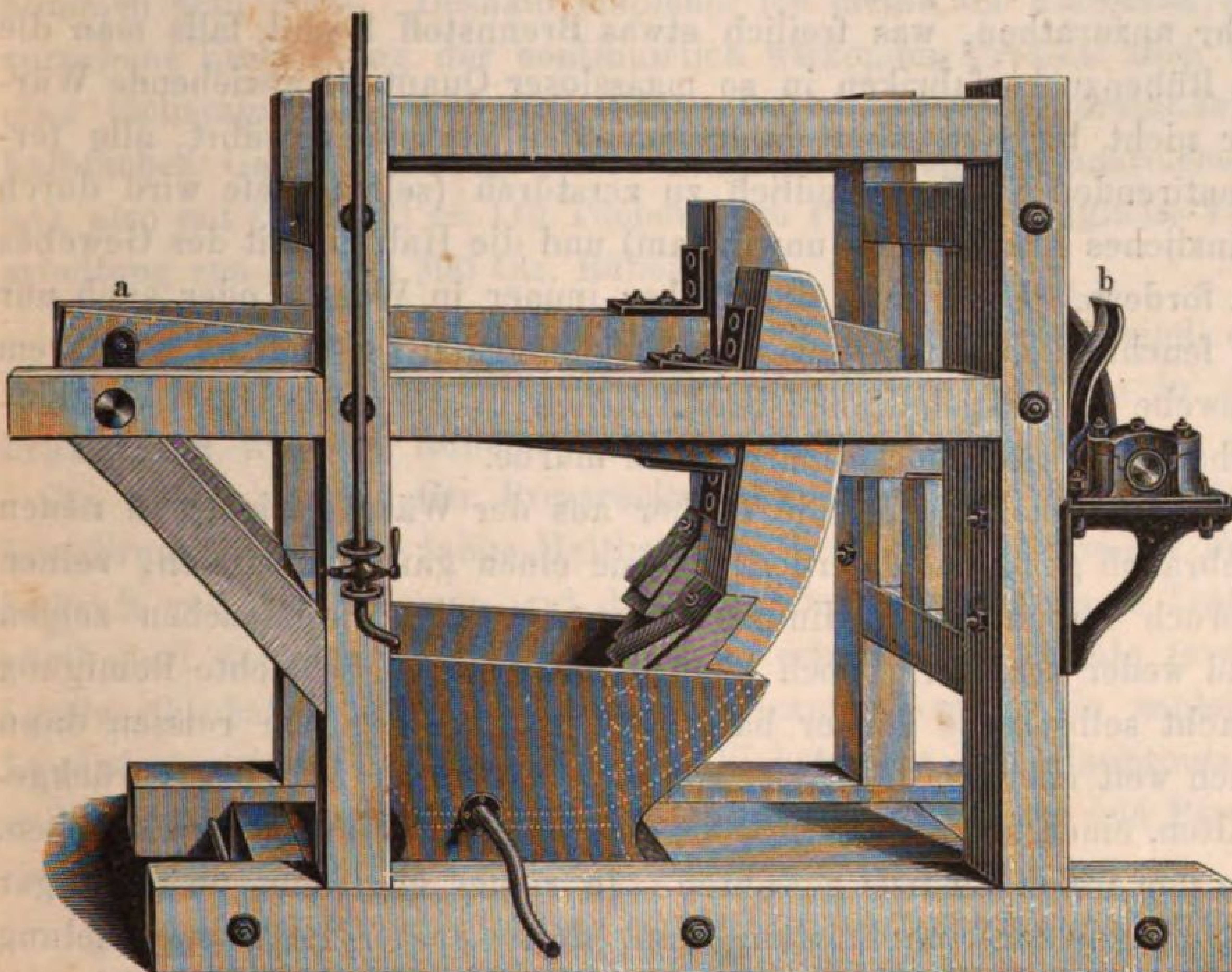
durchfliessenden frischen, der in unzählig kleinen Partikelchen die Maschen passiren und die säurebergenden Fäden berühren muss. Ein 40zölliges Presstuch hat auf beiden Seiten (1600□″ . 2) = circa 22□′ Oberfläche; der Saft eines Pressstosses von 33 Kuchen muss also über (33 . 22) = 726□′ Tuchfläche rinnen, oder, die Seitenflächen der Fäden mit berücksichtigt, über eine noch weit grössere, denn es kommen auf jeden □″ Tuch, der bis zu je 10 Fäden für Kette und Einschlag fasst, bis zu (9 . 9 . 4) = 324 dieser Seitenflächen, mit denen alle Safttropfen beim Hindurchpressen in engste Berührung zu treten gezwungen sind.

Die besten und zugleich einzigen Präservativmittel gegen den schädlichen Einfluss der Tücher bleiben immer: eine tüchtige Reinigung und rechtzeitige Ablösung der gebrauchten Tücher durch frische. Die Reinigung geschieht entweder mittelst Handwäsche allein, indem man die Tücher mehrere Male in reinem lauwarmem Wasser ausreibt und ausschwenkt (vulgo „ausschölt"), auch erst vorher kocht und danach ausreibt, — oder besser unter Mitwirkung der weit kräftiger, sicherer und sauberer arbeitenden Maschinenwäsche, welche einer nur geringen Beihülfe an Handarbeit bedarf. Bei allen Waschmethoden befolge man stets die Regel, die vom Presssaale kommenden Tücher ohne Verzug in einer hinreichenden Menge Wasser einweichen zu lassen.

Als Tücherwaschmaschine war früher eine seicht in Wasser tauchende, sich langsam (3 mal pro Minute) drehende Lattentrommel in Gebrauch, welche die durch eine Thür eingegebenen Tücher mittelst kleiner Bretterschaufeln am Umfange hob und von oben frei in das Wasser zurückfallen liess. Jetzt benutzt man dazu allgemein Walken oder Stampfen, so construirt, dass sie die Tücher unter beständigem Auffluss von Wasser tüchtig pressen und zugleich in dem Wasser wenden. Fig. 61 zeigt eine solche sehr zweckmässige Walkvorrichtung, deren bei *a* drehbar befestigte, hammerartige Stampfer durch die mittelst Riemenscheibe gedrehte Daumenwelle *b* abwechselnd gehoben werden. Beim Niederfallen bewirken sie theils durch die Curven, welche ihre runden Aussenflächen beschreiben, theils durch ihre gezahnten Stirnflächen in dem eisernen Troge, der jedesmal mit 10 bis 15 Tüchern oder Beuteln beschickt wird, eine lebhafte Circulation des darin enthaltenen Wassers und ein dem entsprechendes Wenden der Tücher. Ein Junge bringt die zurückgeschobenen Tücher mit einer Stange wieder nach vorn an die Hämmer und lässt

beständig reines Wasser oben einfliessen, während das schmutzige fortwährend aus einer untern Oeffnung abfliesst.

Fig. 61.



Dem Wasser wird oft ein Zusatz von Soda oder Kalk gegeben, welcher theils die den Tüchern anhängende Säure, theils den nach längerem Gebrauche auf ihnen abgelagerten, aus dem Pectos des Rübenmarkes durch Einwirkung des warmen Waschwassers gebildeten Schleim auflösen soll. Beide Substanzen haben aber das Nachtheilige, bei öfterer Anwendung die Tücher mürbe, hart und brüchig zu machen. Als ein vorzügliches Reinigungsmittel empfehlen sich dagegen die ammoniakalischen Condensationswässer des Robert'schen Apparates, welche man kostenfrei erhält und deren Ammoniak den Schleim fast ebenso leicht löst als Soda, ohne die Tücher anzugreifen. Bei jeder der verschiedenen Waschmethoden muss die letzte Wäsche immer mit reinem kaltem Wasser ohne irgend einen Zusatz geschehen. Um nach der Wäsche das aufgesogene Wasser aus den Tüchern zu entfernen, genügt einfaches Auswringen derselben (überdies eine sehr mühsame Arbeit!) nicht; es ist besser, sie in Parthien von 6 bis 10

Stück in der hydraulischen Presse zwischen Blechen vollständig auszupressen, wodurch mit den letzten Antheilen des ablaufenden Wassers noch viel den Fäden anhaftender Schmutz entfernt wird. Auch ist ein öfteres vollständiges Austrocknen der Tücher in erwärmter Luft sehr anzurathen, was freilich etwas Brennstoff kostet, falls man die in Rübenzuckerfabriken in so maassloser Quantität abziehende Wärme nicht benutzt, aber dafür auch den Vortheil gewährt, alle fermentirenden Stoffe gründlich zu zerstören (selbst Hefe wird durch gänzliches Austrocknen unwirksam) und die Haltbarkeit des Gewebes zu fördern. Lässt man die Tücher immer in Wasser oder auch nur in feuchtem Zustande liegen, so bekommen sie, indem die von ihrem Gewebe zurückgehaltenen Breitheilchen in langsame Gährung übergehen, bald Stockflecke und werden mürbe.

Nicht eher dürfen die Tücher aus der Wäsche wieder in neuen Gebrauch genommen werden, bis sie einen ganz säurefreien, reinen Geruch haben, beim Hindurchsehen überall offne Maschen zeigen und weder schlüpfrig noch klebrig mehr sind. Schlechte Reinigung macht selbst neue Tücher bald steif und brüchig, sie reissen dann auch weit eher, da der Saft, von den verstopften Maschen zurückgehalten, einen stärkeren Druck ausübt, als bei ringsum offenen Maschen, die ihm freien Austritt gewähren. Je reiner ein Tuch, desto länger kann seine tägliche Leistung sein, desto später ist Auswechselung nöthig. Die tägliche Nutzungsdauer desselben hängt freilich mit ab von der Qualität der Rüben (die oft einen so schleimigen Saft haben, dass er die Tücher bald schlüpfrig und schwer durchlassend macht) und von der Temperatur, die auf dem Presssaale herrscht. Bei warmem Wetter dürfte ein Wechseln der Tücher schon nach sechsstündiger Arbeitszeit erwünscht sein, während ich bei kalter Witterung und guten Rüben eine vierundzwanzigstündige Arbeit mit denselben Presstüchern ohne wesentlichen d. h. ohne durch Instrumente nachweisbaren Schaden verlaufen sah. Ein so langer Gebrauch ist aber niemals anzurathen und der Fabricant mache es sich zur Regel, wenigstens mit jedem Schichtenwechsel frisch gereinigte Tücher auf den Presssaal zu bringen. Beim Ankaufe neuer Tücher sehe man darauf, dass sie keine zu dicke Säume haben, weil diese die Ungleichheit des Druckes noch vermehren würden, ohne zur Haltbarkeit des Tuches etwas beizutragen.

Die Presstücher begnügen sich nun leider nicht damit, die beständig thätigen chemischen Störenfriede der Fabrication zu sein,

sondern sie nehmen auch die Casse des Zuckerfabricanten durch ein bedeutendes Abnutzungsconto (circa $4^1/_2$ Silberpfennig pro 1 Ctr. Rüben pro Campagne, vergl. S. 232) so in Anspruch, dass ein Pressverfahren, welches weniger Tücher braucht, äusserst willkommen sein muss. Deshalb empfehle ich meine im Früheren besprochene Einrichtung der continuirlich wirkenden Pressen auch als eine tüchersparende; sie ermöglicht nämlich bei einer dreiundeinhalbfachen Garnitur für jede Presse (was vollkommen ausreichend ist), also mit (3,5 . 33) = 115 Tüchern pro Presse, eine tägliche Verarbeitung von 400 bis 500 Ctr. Rüben.

Die Pressrückstände (Schorpe, Pressling etc.) sind ein vortreffliches Viehfutter. An Futterwerth schätzt man sie in der Praxis den frischen Rüben völlig gleich, man tauscht sogar oft 1 Ctr. Rüben gegen 1 Ctr. Pressrückstände ein. Ihre bei guter Aufbewahrung gesicherte lange Haltbarkeit, ihr im Verhältniss zur Futterkraft geringes Volumen und der dadurch bedingte geringe Transportbedarf derselben sind ausserdem so erhebliche Vortheile in der Landwirthschaft, dass viele Zuckerfabricanten, wenn sie zugleich Landwirthe sind, im Interesse ihres Viehstandes den Hauptnutzen und Hauptzweck der Zuckerfabrication in der Erzielung von Pressrückständen sehen.

Deshalb hat auch das Pressverfahren anderen Saftgewinnungsmethoden gegenüber noch so viele Anhänger, und selbst Robert, der Verfechter der heissen Maceration, äussert über die Saftgewinnung mittelst Pressen: Man kann dabei selig werden!

Die Zusammensetzung der Pressrückstände, welche natürlich ebenso veränderlich sein muss, wie die Zusammensetzung der Rübe selbst, wird vom Parlamentsberichte über die Untersuchung der irischen Rüben etc. (Zeitschrift für R.-Z.-I., Bd. III, S. 73) folgendermaassen angegeben:

	bei schwacher Pressung,		bei starker Pressung	
Albumin	0,652		1,336	
Pectos	3,312	(8,362)	6,487	(11,432)
Zucker	5,050		4,945	
Holzfaser (Cellulos) . .	6,444		11,922	
Asche, d. h. Salze . . .	1,205		1,180	
Wasser	83,335		74,130	
	100,000		100,000.	

Getrocknet bei 100° Celsius:

	bei schwacher Pressung,		bei starker Pressung	
Albumin	3,915		5,167	
Pectos	19,878	(50,183)	25,075	(44,188)
Zucker	30,305		19,113	
Holzfaser (Cellulos) . .	38,670		46,084	
Salze	7,232		4,561	
	100,000		100,000.	

Die Summe der Nahrungsstoffe ist hiernach im Pressling nicht geringer als in den Rüben; denn der Mindergehalt desselben an Zucker, welcher als ein „Respirationsmittel" die Function der Wärmeerzeugung beim Stoffwechsel verrichtet, wird ausgeglichen durch einen dem Deficit gleichen Mehrgehalt an dem auf den Zellenwandungen abgelagerten, in Säuren und Alkalien leicht löslichen, deshalb leicht verdaulichen Pectos, welchem man, wie jedem Pectinkörper, wegen seiner dem Zucker chemisch und physiologisch ähnlichen Natur auch einen dem Zucker nahestehenden Nahrungswerth zuschreiben darf. Durch Zusatz von Stroh- oder Heuhäcksel, in denen Respirationsmittel im Ueberschuss enthalten sind, lässt sich ebenfalls der aus den Presslingen extrahirte Zucker in seiner Eigenschaft als Futtermittel leicht und zweckmässig ersetzen. — Ueber die besondere Einwirkung des Presslings auf Fett-, Fleisch- und Knochenbildung des Thieres ein bestimmtes Urtheil zu fällen, ist immer noch gewagt. Als alleiniges Futtermittel gegeben, scheint er minder günstige Resultate zu liefern, als gemischt mit anderen Stoffen, die verschieden sein müssen, je nachdem man Mastfutter oder nur Erhaltungsfutter zu geben beabsichtigt.

Der Wassergehalt des Presslings variirt je nach dem Verdünnungsgrade des Breies, nach Stärke und Dauer der Pressung, sowie nach Dicke und Grösse der Kuchen von 62% bis 70%. Presslinge wie die eben angeführten irischen mit 74 bis 83% Wassergehalt gehören nach dem Maassstabe der neueren Fabriken Deutschlands nicht zu den normalen; sie sind entweder nicht stark genug in Folge mangelhafter Pressen und Pumpen, oder nicht lange genug gepresst.

Die Asche der Pressrückstände zeigt noch deutlicher als die der Rübe, dass diese Pflanze sehr kalibedürftig ist. 100 Theile enthalten nämlich nach denselben (englischen) Angaben:

Kali	25,050
Natron	16,050
Kalk	4,532
Magnesia	3,250
Eisenoxyd	0,141
Phosphorsäure	4,754
Schwefelsäure	1,542
Kieselerde	9,221
Chlornatrium	11,479
Sand	5,928
	99,800.

Verhältnissmässig wenig Umstände macht dem Landwirthe die Aufbewahrung der Pressrückstände, deren Futterwerth sich während derselben keineswegs verringert, sondern eher erhöht. Sie werden zu diesem Behufe am besten in gemauerten Gruben festgetreten oder festgestampft, worin sie in Folge ihres Zuckergehaltes sehr bald in Gährung übergehen, die sich durch den bekannten säuerlichen Geruch kund giebt. Das Vieh frisst diese säuerlichen Presslinge recht gern und gedeiht dabei fast besser als bei frischen, die weniger leicht assimilirbar zu sein scheinen. Es scheint mir rathsam, der Masse gleich beim Einstampfen in die Gruben den als Zusatz bestimmten Häcksel beizumischen, damit dieser besser mit der säuerlichen Flüssigkeit imprägnirt, dadurch schmackhafter und dem Viehe zuträglicher werde.

Am häufigsten stampft man die Presslinge schlechtweg in Erdgruben ein, entweder in frisch gegrabene, oder gleich in die eben geleerten Rübenmieten. Der aus der Erde hervorragende Theil der Masse wird dachförmig gewölbt und fest mit Erde, oder nur lose mit einem Dache bedeckt. Im letzteren Falle wird die obere Schicht leicht schimmlich und daher zu Futter unbrauchbar, die übrige Masse hält sich aber unter dem Schutze dieser oberen Decke meistens gut bis zur nächsten Campagne.

Eine vergleichende Kostenberechnung der drei beschriebenen Pressmethoden: 1) des einmaligen, 2) des doppelten und 3) des continuirlichen Pressens möge den Schluss dieses Capitels bilden. — Der Preis der Pressen und Pumpen richtet sich nach ihrer Grösse und hauptsächlich nach dem Grade der Solidität, mit der sie gearbeitet sind, also nach ihrer Leistungsfähigkeit. Die Gesammtkosten

einer Presse nebst Pumpwerk und vollständigem für den Betrieb erforderlichem Zubehöre berechnen sich aus folgenden Posten:

Eine hydraulische Presse, 120 Ctr. schwer, à Ctr. $7^1/_3$ Thlr.	880 Thlr.
2 eiserne Packtische	120 „
1 Saftrinne (pro Presse)	60 „
Pressbleche zu einer Presse	150 „
Hydraulische Pumpe	300 „
Pressrohre, Hahn, Aufstellung etc.	100 „
Summa	1610 Thlr.

Nimmt man für eine solche (grosse) Presse ein Verarbeitungsquantum von 250 Ctr. Rüben pro 24 Stunden an, so bedarf man für täglich 1000 Ctr. 4 Pressen. Dazu gerechnet 1 Reibe nebst Transmission und die zum Betriebe nöthige Dampfmaschine, so ergiebt sich für das Pressverfahren mit einmaliger Pressung pro 1000 Ctr. täglicher Verarbeitung als Anlagecapital:

4 Pressen nebst Zubehör, à 1610 Thlr. . .	6440 Thlr.
Complette Reibe (mit Transmission) . .	1200 „
Betriebsmaschine	1600 „
Summa der Anlagekosten	9240 Thlr.

Das Reparaturen- und Tücherconto beträgt pro Campagne (120 Arbeitstage) durchschnittlich:

Für Maschinenreparatur	200 Thlr.
Für neu anzuschaffende Presstücher: auf 80 Ctr. Rüben 1 Tuch Abnutzung, auf 120000 Ctr. pro Campagne also $\frac{120000}{80}$ = 1500 Tücher à Tuch 1 Thlr.	1500 „
Reparatur und Tücher pro Campagne in Summa	1700 Thlr.

Der Ansatz für abgenutzte Presstücher scheint etwas niedrig, entspricht aber dem wirklichen Verbrauche im Grossen.

Zur Bedienung der vier Pressen sind für 1000 Ctr. Rübenverarbeitung pro Tag bei einmaligem Pressen 27 bis 28 Arbeiter ausreichend; zweimaliges Pressen mit Nachreiben erfordert dagegen (vergl. S. 234) 34 bis 35 Arbeiter.

Der Betrieb der Dampfmaschine erfordert an Brennmaterial pro

Stunde und Pferdekraft 10 Pfd. englische Steinkohlen, pro Tag (zu 22 Stunden voller Heizung gerechnet) und 9 Pferdekraft (à Presse 2, die Reibe 1 Pferdekraft) also $9 \times 22 \times 10$ Pfd. = 1980 Pfd., à 100 Pfd. 15 Sgr. — Maschinenschmiere ist als ein im Verhältniss zur Totalsumme unwesentlichen Posten nicht mit berechnet.

Die Saftgewinnung aus 120000 Ctr. Rüben pro Campagne kostet demnach bei **einmaligem** Pressen:

a.	120000 Ctr. Rüben à $^1/_3$ Thlr.	40000 Thlr.
b.	Heranführen, Reinigen: pro Schicht 14 Arbeiter, pro Arbeitstag (24 Stunden) 28 Arbeiter = 28 Tagelöhne; in 120 Arbeitstagen also (28×120) = 3360 Tagelöhne à $^1/_3$ Thlr. .	1120 „
c.	Zinsen und Amortisation der obenberechneten Anlage mit 10%	924 „
d.	Reparaturen und Tücher, wie oben	1700 „
e.	Bedienung der Pressen: pro Schicht 28 Arbeiter, pro Arbeitstag 56 Arbeiter = 56 Tagelöhne; in 120 Arbeitstagen (56×120) = 6720 Tagelöhne à $^1/_3$ Thlr.	2240 „
f.	Tücherwäsche, Tücherstopfen: pro Schicht 8 Arbeiter, pro Arbeitstag 16 Arbeiter = 16 Tagelöhne; in 120 Arbeitstagen (16×120) = 1920 Tagelöhne à $^1/_5$ Thlr.	384 „
g.	Brennstoffaufwand zum Maschinenbetrieb: 1980 Pfd. engl. Steinkohlen pro Tag; pro 120 Arbeitstage 1980 Pfd. . 120 = 2376 Ctr. à $^1/_2$ Thlr.	1188 „
	Summa	47556 Thlr.

Für diese Ausgaben werden erhalten 80% bis 81% = 96000 bis 97200 Ctr. Saft; 100 Pfd. Saft kosten also 14 Sgr. 10,4 Pf. bis 14 Sgr. 8,2 Pf. 80 bis 81% Saft sind **Mittelerträge, denn nur solche, nicht Maximalerträge sind bei allen drei Calculationen als Norm in Rechnung gezogen.**

Die Rübensteuer ist absichtlich nicht mit berechnet, da sie einen zu den technischen Erörterungen der Fabrication in keiner Beziehung stehenden Betrag für sich bildet, der, je nach dem

besonderen Steuermodus eines Landes verschieden, in demselben Lande bei allen Saftgewinnungsmethoden gleich sein dürfte.

Das zweimalige Pressen mit Nachreiben (oder Maischen) erhöht das Anlagecapital um die Kosten einer Reibe oder Maischmaschine mit circa	1000 Thlr.
deren Betrieb circa 2 Pferdekräfte beansprucht, welche sich berechnen auf circa	400 „
Mehrbetrag der Anlagekosten in Summa	1400 Thlr.

Die Kosten des Brennstoffes für den Betrieb vermehren sich ebenfalls, letzterer erfordert ungefähr (11 . 22 . 10) = 2420 Pfd. Steinkohlen pro Tag. Endlich muss auch die Verdampfung der beim Einmaischen oder zweiten Zerreiben zugesetzten 20% Wasser mit a conto der Saftgewinnung geschrieben werden, da der Retourdampf der Betriebsmaschine nur für die Verdampfung des gewonnenen Saftes ursprünglicher Dichte bis auf circa 50% ausreicht.

Die Kosten des zweimaligen Pressens und Einmaischens summiren sich also aus folgenden Contis:

a.	120000 Ctr. Rüben à 1/3 Thlr.	40000 Thlr.
b.	Heranführen und Reinigen, wie oben, 3360 Tagelöhne à 1/3 Thlr.	1120 „
c.	Zinsen und Amortisation der Anlage (924 + 140)	1064 „
d.	Reparaturen, Tücher etc.	1850 „
e.	Arbeitslöhne der Saftgewinnung: pro Schicht 35, pro Arbeitstag 70 Arbeiter = 70 Tagelöhne; in 120 Arbeitstagen (70 . 120) = 8400 Tagelöhne à 1/3 Thlr.	2800 „
f.	Tücherwäsche, Tücherstopfen, wie oben . . .	384 „
g.	Brennstoffaufwand zum Maschinenbetrieb: 2420 Pfd. engl. Steinkohlen pro Tag; für 120 Tage daher 2904 Ctr. à 1/2 Thlr.	1452 „
h.	Bei 20% Wasserzusatz sind in Summa zu verdampfen 24000 Ctr. Wasser, und wenn 1 Ctr. Steinkohlen 5 Ctr. Wasser verdampft, so werden dafür aufgewendet 4800 Ctr. Steinkohlen à 1/2 Thlr.	2400 „
	Summa	51070 Thlr.

Dafür könnte man günstigsten Falls 88% Saft erhalten, nämlich 80% aus der ersten Pressung, und von den im ersten Pressrückstande gebliebenen 16 Procenten Saft durch Einmaischen mit 20% Wasser und zweite Pressung etwa noch die Hälfte = 8%. Erfahrungsmässig gewinnt man aber meistens nur circa 87% = 104400 Ctr. Saft als Durchschnittsertrag, aus welchen sich 100 Pfd. Saft auf 14 Sgr. 8,1 Pfd. berechnen.

Eine Vergleichung beider Rechnungen zeigt auf den ersten Blick, dass die anscheinend so erhebliche Mehrausbeute des zweiten Verfahrens von 7% Saft doch der Casse des Fabricanten eben keinen grossen Segen zu bringen im Stande ist, denn sie bewirkt als Nettogewinn nichts weiter als eine Ersparniss von 0,1 bis 2,3 Pf. pro Ctr. Saft. Wenn man durch einmaliges Pressen nur 0,04% über den höheren der angenommenen Normalerträge, also nur 81,04% Saft erzielt — und das ist ja bei kräftig wirkenden Pumpen und Pressen und exacter Packung leicht zu ermöglichen — so ist diese Preisdifferenz zwischen beiden Pressmethoden schon ausgeglichen, man erhält dann mit einmaliger Pressung ebenfalls 100 Pfd. Saft für 14 Sgr. 8,1 Pf. Ueberdies ist der hier nicht mit berechnete Verlust, den man bei der Doppelpressung an Zucker durch Säuerung des Saftes erleidet oder doch zu erleiden immer Gefahr läuft, wohl zu berücksichtigen. Theils dieser Nachtheil, theils das Umständliche des doppelten Ausschlagens und Packens gegenüber dem rasch und sauber verlaufenden einfachen Verfahren, endlich der soeben berechnete ungemein geringe Nutzen der Doppelpressung haben den grössten Theil der Fabricanten bewogen, das einmalige Pressen beizubehalten. Bei billigerem Tagelohne und Brennstoffe mag man eher zur Doppelpressung mit Nachreiben geneigt sein; die Majorität der Neuzeit ist entschieden dagegen.

Die dritte der beschriebenen Pressmethoden, die continuirliche, mittelst meiner S. 206 und Fig. 56 beschriebenen Ziehvorrichtung liefert den Saft am billigsten, weil sie mit nur halb so viel Handarbeit und einem um circa 14% geringeren Anlagecapitale, als das einfache Pressverfahren bedarf, 81% Saft und darüber als Normalausbeute erzielt. Für eine Verarbeitung von 1000 Ctr. in 24 Stunden genügen nach dieser Methode à Schicht:

2 Breiträger
4 Packerinnen
2 Presser (Vorpresse)
2 „ (Nachpresse)
4 Ausschläger, wie früher.

Summa 14 Arbeiter pro Schicht.

Die Saftgewinnung kostet hiernach:

a.	120000 Ctr. Rüben à $^1/_3$ Thlr.		40000 Thlr
b.	Heranführen und Reinigen, wie oben		1120 „
c.	Zinsen und Amortisation der Anlage		
	von { 3 Pressen mit verbesserten Tischen à 1700	5100	
	1 Reibe	1200	
	Betriebsmaschine	1600	
		7900 à 10% .	790 „
d.	Reparaturen, Tücher etc. (obschon dabei weniger Tücher gebraucht werden)		1700 „
e.	Bedienung der 3 Pressen: pro Schicht 14, pro Tag 28 Arbeiter = 28 Tagelöhne; in 120 Tagen 3360 Tagelöhne à $^1/_3$ Thlr.		1120 „
f.	Tücherwaschen und Stopfen, wie oben		384 „
g.	Brennstoffaufwand zur Maschine, wie oben . .		1188 „
		Summa	46302 Thlr.

Für diese Auslagen werden erhalten im Durchschnitt 81% = 97200 Ctr. Saft, wonach 100 Pfd. Saft 14 Sgr. 3,5 Pf. kosten. Jeder Centner Saft ist also durch diese Vorrichtung um 4,1 Pf. bis 6,9 Pf. gegen die beiden andern Methoden billiger hergestellt, ganz abgesehen davon, dass bei 8 Minuten längerer Pressdauer hierbei unter sonst gleichen Umständen wenigstens $^1/_2$% Saft mehr gewonnen wird. Besonders wichtig ist diese Einrichtung da, wo Mangel an Arbeitern ist, also in Russland.

Es dürfte hier zugleich erwünscht sein, die Bestrebungen zu würdigen, die zum leichteren Ein- und Auspacken der Pressen von verschiedenen Personen gemacht wurden, da man oft hört: „Es ist ja nicht neu!" — Die Idee einer solchen Ziehvorrichtung allerdings ist nicht neu, denn man scheint letztere schon früher und wahrscheinlich an vielen Orten versuchsweise angewendet zu haben, nur mit dem Unter-

schiede, dass man die Stösse mit der Hand ein- und ausschob. Da dies bei grossen Pressen zu schwer ging, so wurde im Jahre 1855 (wenn ich mich nicht irre) in Smela eine Vorrichtung versucht, die eine Campagne lang gut gearbeitet haben soll, worüber ich indessen nicht urtheilen kann. Im Jahre 1859, als ich nach Smela kam, fand ich dieselbe lange ausser Thätigkeit gesetzt, und es wurden aus der Rumpelkammer einige brauchbare Stücke zusammengesucht, andre dazu gemacht. 1860 arbeiteten dann die dortigen Etablissements mit der Ziehvorrichtung, die so praktisch war, dass sie sich rasch verbreitete. Für die Vorpressen von grosser Packfläche erwies sie sich indessen als ungenügend. Ich gab ihr daher im Jahre 1861 die in Fig. 55 und 56 dargestellte neue Construction, die nicht nur allen vernünftigen Ansprüchen in der Praxis genügt, sondern auch einzig und allein die grosse Ersparniss an Arbeitskraft ermöglicht, welche sich aus unserer letzten Berechnung der Kosten von 100 Pfd. Saft ergeben und die namentlich für Russland so sehr wichtig ist.

Wenn ich demnach die Vaterschaft der ersten Idee gern den ursprünglichen Urhebern überlasse, so vindicire ich doch, und ich glaube mit vollem Rechte, diejenige praktische Verbesserung derselben, wodurch erst ihre so wichtigen Erfolge erzielt wurden, dem Verfasser dieser Zeilen.

Die Saftgewinnung mittelst Schleudern (Centrifugen).

Die Centrifugalkraft (vom Lateinischen *centrum fugere*, die Flieh- oder Schleuderkraft) benutzt man schon seit vielen Jahren in der Technik, um Flüssigkeiten aus ihren Gemischen mit festen Körpern abzuscheiden. Zum Ausschleudern des Rübenbreies wurde sie zuerst von dem verdienstvollen Herrn Schöttler sen. in der Zuckerfabrik des Herrn Carl Helle in Sudenburg-Magdeburg angewandt, ohne indess in weiteren Kreisen Aufnahme zu finden. Man

benutzte die Centrifugen in der Zuckerfabrication bis auf die neueste Zeit nur zum Ausschleudern der sogenannten Nachproducte, zur Trennung des krystallisirten Zuckers vom anhängenden Syrup. Erst Mitte der fünfziger Jahre wurde das Centrifugalverfahren wieder zur Saftgewinnung in Anwendung gebracht auf Empfehlung des Herrn Frickenhaus, welcher durch zahlreiche Versuche feststellte, dass sich die mittelst des Centrifugirens erzielte Saftausbeute beträchtlich erhöhen lasse durch eine dem Rübenbrei beim Schleudern zu gebende Wasserdecke, dass man mithin in der Centrifuge den mechanischen Effect, die Druckwirkung der Presse, vortheilhaft combiniren könne mit der extrahirenden und verdrängenden Wirkung des Wassers. Das Verfahren fand bald ein allgemeineres Vertrauen in Folge der günstigen Resultate, die einige Fabriken der Magdeburger Gegend (vorzüglich die Fabrik Baumann und Maquet, Sudenburg) in den Campagnen 56/57 und 57/58 damit erzielten und ist seitdem in immer weiteren Kreisen in Aufnahme gekommen.

Die zum Ausschleudern des Rübenbreies dienenden „Saftcentrifugen" baut man gewöhnlich grösser als die zum Zuckerausschleudern verwandten „Zuckercentrifugen"; im Uebrigen stimmt jedoch die Construction beider Arten überein und ist im Wesentlichen folgende: Am oberen Ende einer verticalen Achse ist eine oben offene Trommel von Kupfer- oder Eisenblech befestigt, deren Unterboden einen entweder gusseisernen oder aufgenieteten kupfernen Conus trägt, während ihre Seitenwand durchlöchert und ringsherum mit einem doppelten, erst groben, darüber feinen Gewebe von Messingdraht belegt ist. Mittelst Drehung der Achse wird die Trommel in rasche Rotation versetzt und während derselben der Zucker- oder Rübenbrei eingetragen. Dieser fällt hierbei zunächst auf den in die Trommel hineinragenden Conus, wird aber sofort von dessen Oberfläche gleichmässig abgeschleudert nach allen Punkten der umgebenden Seitenwand, gegen die er sich in einer überall gleich dicken Schicht fest anpresst. Die Centrifugalkraft schleudert oder presst nun bei fortgesetzter Rotation den flüssigen Theil der Masse durch die Maschen des Siebes, während der feste Antheil zurückgehalten wird. Die mit Heftigkeit ausgeschleuderte Flüssigkeit wird durch einen rings umgebenden Blechmantel aufgesammelt und von da weitergeleitet.

Für eine erfolgreiche Leistung der Centrifugen ist ein möglichst ruhiger Gang derselben, ohne Hin- und Herschwanken der Trommel, Hauptbedingung, und es hat erst mehrerer Versuchsstadien bedurft,

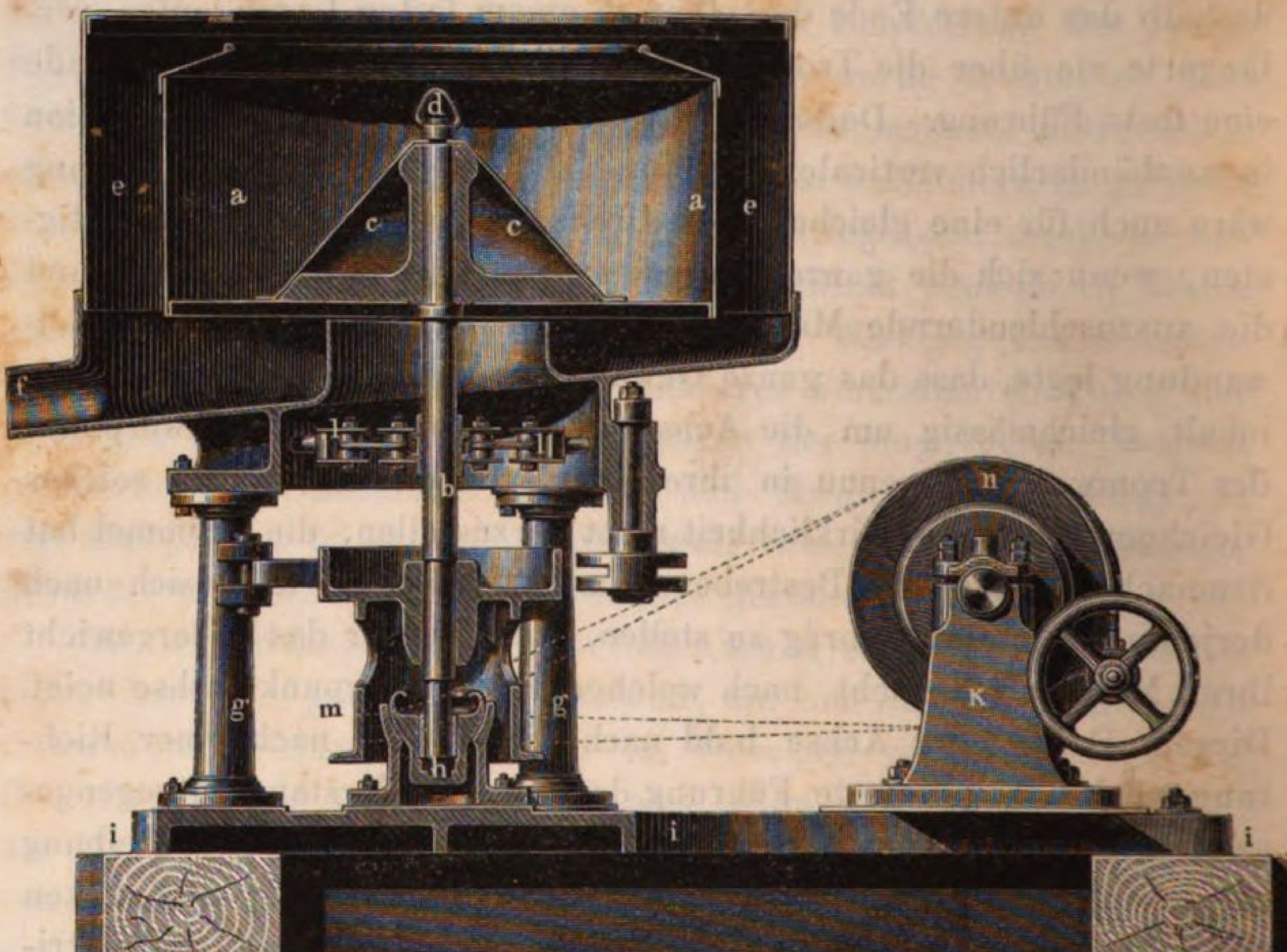
ehe man auf die jetzt gebräuchliche Construction gekommen ist, bei welcher man einen unsicheren Verlauf der Rotation nicht mehr zu fürchten hat. Früher glaubte man durch recht grosse Stabilität der Drehungsachse diesen ruhigen Gang erzielen zu können, man liess deshalb das untere Ende derselben in einem festen Lager laufen, verlängerte sie über die Trommel hinaus und gab ihrem oberen Ende eine feste Führung. Dadurch wurde die Achse während der Rotation in unabänderlich verticaler Stellung erhalten. Diese Achsenstellung wäre auch für eine gleichmässige Drehung der Trommel am günstigsten, wenn sich die ganze Centrifuge so genau arbeiten liesse und die auszuschleudernde Masse sich so gleichmässig an die Trommelwandung legte, dass das ganze Gewicht der Centrifuge incl. Trommelinhalt gleichmässig um die Achse vertheilt wäre, der Schwerpunkt der Trommel also genau in ihrem Mittelpunkte läge. Ein solches Gleichgewicht ist in Wirklichkeit nicht herzustellen, die Trommel hat demnach beständig ein Bestreben zum Ueberhängen, d. h. sich nach derjenigen Richtung schräg zu stellen, nach welcher das Uebergewicht ihrer Masse sie hinzieht, nach welcher ihre Schwerpunktsachse neigt. Diesem Drucke der Achse bald nach dieser bald nach jener Richtung wird durch die feste Führung derselben Widerstand entgegengesetzt, deren Folge eine heftige, Maschinenkraft absorbirende Reibung in den Laufstellen und eine beständige Erschütterung der ganzen Centrifuge sein muss. Alle Diejenigen, welche solche Zuckercentrifugen mit fester Achsenführung in Gebrauch gehabt haben, werden sich noch des geräuschvollen, unsicheren Ganges derselben und ihrer häufigen Abnutzung erinnern.

Man befolgt jetzt allgemein das entgegengesetzte Princip: man lässt die Achse unten in einem ringsum beweglichen Kugellager laufen und giebt ihr nicht über, sondern dicht unter der Trommel mittelst des sogenannten Sternbufferlagers eine nach allen Seiten hin dem Drucke nachgebende Führung, welche der Achse gestattet, bei der Ingangsetzung der Centrifuge sich die Richtung selbst zu wählen, die der excentrischen Lage ihres Schwerpunktes entspricht.

Fig. 62 zeigt eine solche Saftcentrifuge von vortrefflicher Construction aus der Fabrik von Seele u. Comp. in Braunschweig. Die Trommel *a* ist recht schwer aus $^1/_4$zölligem Eisenbleche angefertigt, da ein hohes Gewicht derselben ihr Trägheitsmoment erhöht, und durch Einwirkung des letzteren ihr Gang gleichmässiger wird. Denn wie das Schwungrad einer Dampfmaschine die Stillstandsmomente,

die sogenannten todten Punkte in der Bewegung der zugehörigen Maschine desto leichter überwindet, je schwerer es ist, ebenso wird

Fig. 62.



die rotirende Trommel jede Störung in der Rotation, namentlich die durch das Einschütten des Breies bewirkte Hemmung desto leichter annulliren, je schwerer man sie construirt hat.

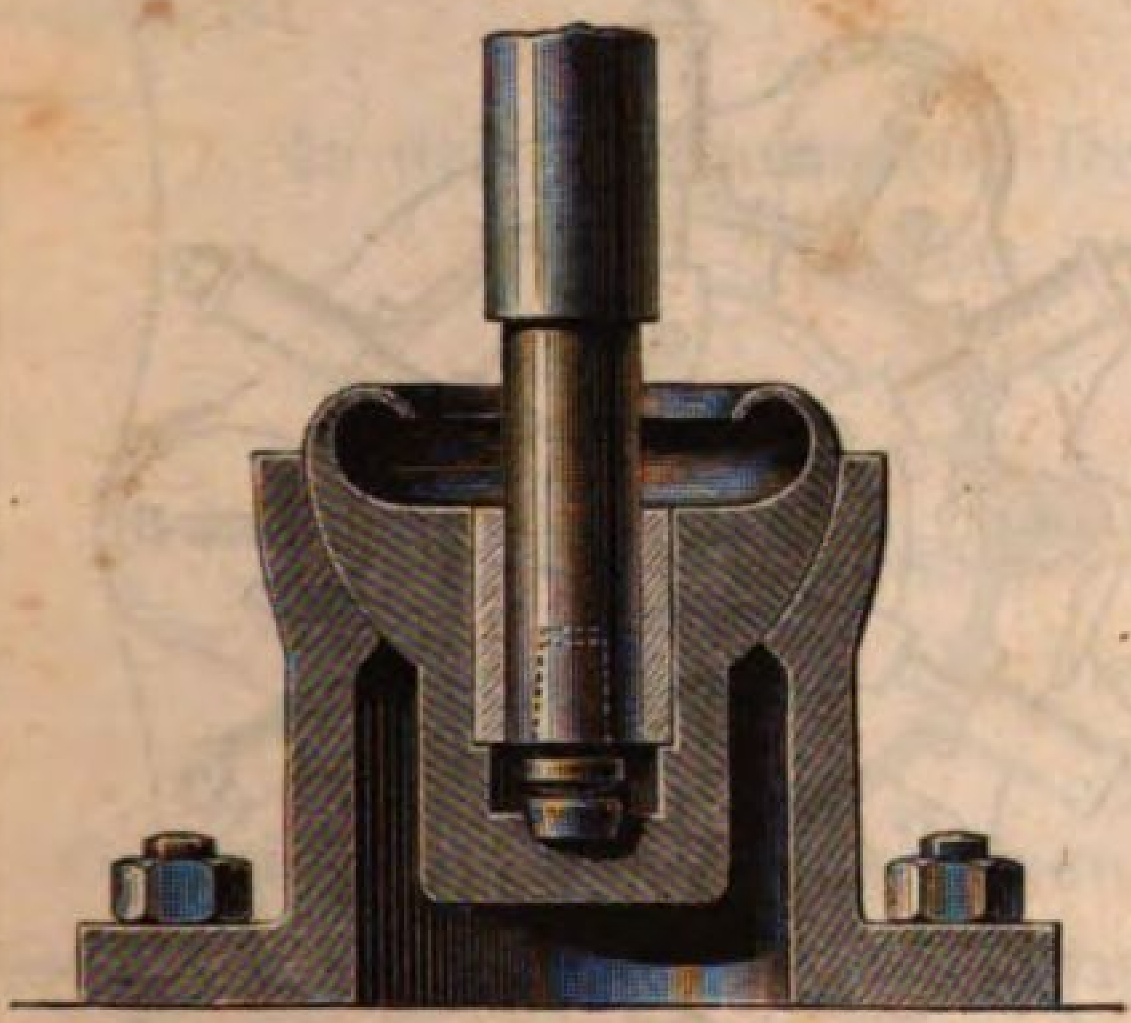
Die Trommel ist mittelst einer Feder, welche in eine entsprechende Nute der Achse *b* eingreift, auf diese geschoben und oben durch eine Schraubenmutter *d* an der Spitze des Conus *cc* befestigt. Der Ring, den diese Schraubenmutter trägt, dient zum Anbringen eines Flaschenzuges, mit dessen Hülfe Trommel und Achse bei etwa nöthigen Reparaturen leicht aus Gehäuse und Lager gehoben werden können.

Der die Trommel rings umgebende Mantel *ee* von dünnem Eisenblech ist auf einem gusseisernen Unterboden befestigt, dessen schräge Fläche den ausgeschleuderten Saft durch den Stutzen *f* nach der Saftrinne abfliessen lässt. Diesen Unterboden, an dem auch das

Sternbufferlager *l* befestigt ist, tragen drei eiserne Säulen *gg*, welche auf die gusseiserne Grundplatte *ii* geschraubt sind, deren Fundament endlich das unterliegende Geschlinge von starkem Eichholze bildet.

Fig. 63 zeigt die Construction des unteren Lauflagers deutlicher. Das untere Ende der Achse *b* hat eine conische Höhlung, in welche ein Zapfen von hartem (antimonhaltigem) Metall, der „Spurzapfen", gesteckt wird, mit dessen unterer Fläche die Achse auf ihrem Wiederlager, dem in den Boden des Kugellagers eingelegten „Spursteine" (von derselben harten Metallcomposition) ruht und rotirt. Die Frictionsflächen von Zapfen und Stein, etwa 1 bis $^5/_4$″ im Durchmesser, nimmt man jetzt meistens beide ganz eben, nicht mehr, wie früher, convex auf concav, oder convex auf convex. Da sich das ganze Gewicht von Achse und Trommel auf ihnen concentrirt und die Drehungsgeschwindigkeit eine bedeutende ist, so muss wohl die Reibung sehr stark sein und eine öftere Abnutzung der Flächen (Schieflaufen, Rillen etc.) zur Folge haben. Man kommt indess mit 2 bis 3 Steinen und Zapfen pro Centrifuge in der Campagne aus. Das ganze äusserlich fast kelchförmige Lager liegt mit seiner oberen, kugligen Aussenfläche frei beweglich in der napfförmigen Oeffnung eines zweiten auf der Grundplatte *ii* festgeschraubten Lagers, wird also jedem seitlichen Drucke der Achse sofort nachgeben und sich genau in die Richtung stellen, die diese bei der Rotation einnimmt.

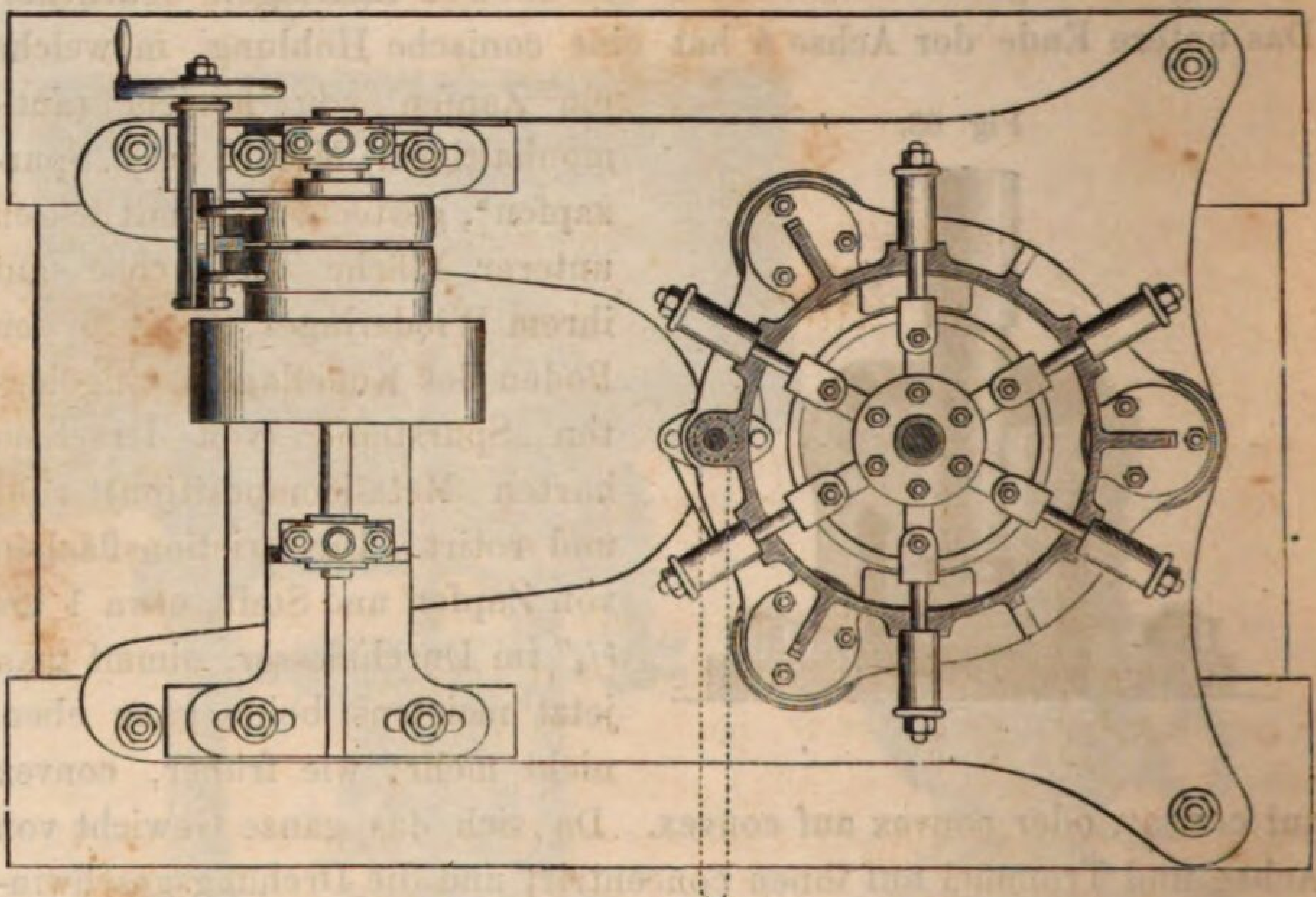
Fig. 63.



Das Sternbufferlager *l*, die obere ringförmige Führung der Achse zeigt Fig. 64, a. f. S. Es ist theils durch eiserne Charniere, theils durch dicke Cylinder von vulcanisirtem Kautschuk so leicht beweglich und zugleich elastisch construirt, dass sich die Achse kraft ihres Druckes bei der Rotation nach jeder Richtung schräg stellen kann, nach Aufhören des Druckes aber immer wieder in die verticale, centrische Stellung zurückgedrängt wird. Die Rotation der Centrifuge wird vermittelt durch einen Kreuzriemen, der von der verticalen Riemenscheibe *n* des Vorgeleges *K* direct um die an der Achse festsitzende horizontale Riemenscheibe *m* läuft. Diese sehr breite Rie-

menscheibe ist bei der in Fig. 62 dargestellten Centrifuge sehr sinnreich oben in einiger Distanz über der Laufstelle des Riemens an

Fig. 64.



der Achse befestigt, damit der seitliche Zug des letzteren nicht gleich unten, sondern erst in der Mitte zwischen dem oberen und unteren Lager an der Achse zum Angriff kommt. Ist die Befestigung der Riemenscheibe, wie man häufig findet, zu weit unten, dicht über dem Kugellager, so wirkt der Riemen einseitig auf das untere frei bewegliche Ende der Achse, zieht diese schief, veranlasst dadurch starke Friction im Kugellager und unruhigen Gang der Centrifuge. Die Kreuzriemen zur Uebertragung der Bewegung verdienen den Vorzug vor den von Fesca eingeführten Schnüren, weil diese nicht nur eine complicirtere Construction des Betriebes verlangen, sondern auch oft schleifen, d. h. um die Schnurscheibe der Achse laufen, ohne sie mitzuziehen, daher weniger Sicherheit bieten, dass die Trommel *b* wirklich so rasch läuft, als man wünscht. Meines Wissens wurden die Kreuzriemen zuerst von der Buckauer Maschinenfabrik angewandt, deren Schleudern ihrer Solidität wegen überhaupt die rühmendste Anerkennung verdienen.

Die jetzt üblichen Saftcentrifugen haben meistens, wie die Fig. 62 dargestellte, einen Trommeldurchmesser von 3′ und eine Siebhöhe

von $1^1/_2{}'$. Sie bedürfen zur Inbetriebsetzung einer Kraft, die zwei Pferden gleich geschätzt wird, während sie im vollen Laufe weniger in Anspruch nehmen dürften. Ihre Maximalgeschwindigkeit = 1000 bis 1200 Touren pro Minute erreichen sie erst einige Minuten nach der Ingangsetzung. Versuche, welche ich 1858 mit Schleudern von Fesca (die durch Schnüre betrieben wurden) anstellte, ergaben durchschnittlich:

In der	1.	Minute	100	Drehungen	der	Trommel
„ „	2.	„	250	„	„	„
„ „	3.	„	550	„	„	„
„ „	4.	„	725	„	„	„
„ „	5.	„	850	„	„	„
„ „	6.	„	950 bis 1000	„	„	

Centrifugen mit Kreuzriemen werden jedenfalls eher als nach 6 Minuten auf die Maximalgeschwindigkeit kommen. Diese Drehungsgeschwindigkeit kann sehr leicht mittelst des Geschwindigkeitsmessers ermittelt werden, indem man die sich drehende Spitze desselben in eine Vertiefung des Ringes *d* (Fig. 62) stellt und dann einfach die während einer Minute angezeigten Umgänge abliest. Eine solche Controle über die Zahl der Umgänge ist nöthig, weil die Leistungsfähigkeit der Centrifugen hauptsächlich von ihrer Drehungsgeschwindigkeit abhängt.

Der Gesammtdruck, welchen die auf der Trommelwandung vertheilte Breischicht bei der Rotation der Centrifuge erleidet, berechnet sich nach der Formel $\frac{M \,.\, C^2}{2G \,.\, R}$.

M, das Gewicht des auszuschleudernden Breies, betrage 300 Pfd.

C = Geschwindigkeit des Trommelumfangs resp. der auszuschleudernden Breischicht pro Secunde. Bei 1000 Umgängen pro Minute und 9,42′ Trommelumfang (aus 3′ Durchmesser) legt jeder Punkt der Peripherie $9{,}42 \,.\, 1000 = 9420'$ in einer Minute, in einer Secunde also $\frac{9420'}{60} = 157'$ zurück. Hieraus $C^2 = (157 \,.\, 157) = 24649'$. (Dieser Werth von C^2 kann natürlich nur für die dicht an der Trommel liegende Fläche der 2 bis 3″ und darüber dicken Breischicht so gross sein, denn nur diese äusserste Fläche hat 3′ Durchmesser und 9,42′ Umfang, während die innerste nur 32″ bis 30″ und darunter

Durchmesser entsprechend 8,3′ bis 7,9′ Umfang haben, pro Secunde also nur 138′ bis 130′ zurücklegen kann, woraus $C^2 = 19044'$ resp. 16900′).

G = der mittleren Fallgeschwindigkeit während der ersten Secunde = 15,15 *), woraus $2\,G = 30{,}30$.

R = dem Radius der Trommel von 3′ Durchmesser = 1,5′. (Für die innerste Fläche der Breischicht ist $R = 1{,}33'$ bis 1,25′ und darunter).

Daraus ergiebt sich $\frac{M \,.\, C^2}{2\,G \,.\, R} = \frac{300 \text{ Pfd. } .\ 24649}{30{,}3 \times 1{,}5.} = 162699$ Pfd. Gesammtdruck auf die ganze Seitenwandung der Trommel = 14,13 □′ oder 2034,42″ Fläche (da die Trommel 9,42′ Umfang und 1,5′ Höhe hat). Jeder □″ des Trommelumfangs oder der an ihr gelagerten äussersten Breischicht erleidet demnach einen Druck von $\frac{162699 \text{ Pfd.}}{2034}$ = circa 80 Pfd. oder $5^1/_3$ Atmosphären. Der Druck auf die innerste Breifläche berechnet sich aus obigen Minimaldaten zu

$$\frac{300 \text{ Pfd. } .\ 16800}{30{,}3 \times 1{,}25} = 133852 \text{ Pfd. in Summa,}$$

oder 65 Pfd. pro □″. Für die ganze Breimasse ergiebt sich demnach ein Mitteldruck von $\frac{65 + 80}{2} = 72{,}5$ Pfd. pro □″.

In dem Maasse, als sich das Gewicht des Breies durch Ausschleudern des Saftes vermindert, wird sich der Druck abschwächen, er würde (bei $33^1/_3$% Träbern) am Ende der Drehung nur noch $\left[\left(\frac{300 \text{ Pfd. } .\ 24649}{30{,}3 \times 1{,}25} + \frac{100 \text{ Pfd. } .\ 16900}{30{,}3 \times 1{,}25}\right) : 2\right] = 49471$ Pfd. in Summa oder 24 Pfd. pro □″ im Mittel betragen, wenn nicht durch das Dünnerwerden der Schicht der Umfang der inneren Breifläche und damit ihre Geschwindigkeit C vergrössert würde, wodurch sich die allmälige Abnahme des Breigewichts M einigermaassen ausgleicht. Selbstverständlich berechnet sich auch zu Anfang der Rotation, wo C^2 eine weit kleinere Zahl ist als die oben angenommene, der Druck viel niedriger, ebenso gleich nach dem Einschütten des Breies, nach welchem die Trommel eine Zeit lang nur circa 600 bis 700 Touren macht und erst allmälig wieder in ihre Maximalgeschwindigkeit kommt. C^2 und M werden hiernach,

*) Bekanntlich legt ein frei fallender Körper nach dem Gesetze: „die Fallräume verhalten sich wie die Quadrate der Fallzeiten", in der ersten Secunde circa 15 par. Fuss, in 2, 3, 4 . . . Secunden also 70′, 135′, 240′ . . . zurück.

wie leicht ersichtlich, nie gleichzeitig den oben angenommenen vollen Werth haben können, der Druck wird also nie den berechneten Betrag ganz erreichen.

Wie nun der Erfolg des Druckes: die Saftausbeute, nach Quantität der Breifüllung und nach Zeitdauer des Schleuderns verschieden ausfällt, ergiebt sich aus nachstehenden Versuchen. Zuerst liess man die Dauer der Rotation in demselben Verhältnisse wachsen, wie das Gewicht der Breifüllung, und erhielt:

						Saft	Rückstand
Bei	100 Pfd.	Breifüllung	in	4	Minuten	66,7 %	33,3 %
„	150 „	„	„	6	„	65,3 %	34,7 %
„	200 „	„	„	8	„	63,35%	36,65%
„	250 „	„	„	10	„	65,2 %	34,8 %
„	300 „	„	„	12	„	63,22%	36,78%
„	350 „	„	„	14	„	62,0 %	38,00%.

Bei derselben Vermehrung der Breifüllung aber constanter Rotationsdauer von 5 Minuten ergaben:

100 Pfd.	Breifüllung	64,5%	Saft	und	35,5%	Träber,
150 „	„	67,4%	„	„	32,6%	„
200 „	„	65,0%	„	„	35,0%	„
250 „	„	62,4%	„	„	37,6%	„
300 „	„	57,0%	„	„	43,0%	„
350 „	„	55,7%	„	„	44,3%	„

Sämmtliche Ziffern der Saftausbeute bezeichnen das Mittel aus je 3 Versuchen.

Herr Zlienkoff erhielt bei 5 Minuten langer Rotation mit einer Geschwindigkeit von 1000 Umdrehungen aus 200 Pfd. Breifüllung im Mittel von 5 Versuchen 57% Saft; als Mittel von 5 anderen Versuchen ebenfalls mit 200 Pfd. Breifüllung, jedoch 1200 Drehungen, 61,7% Saft. Der Effect der grösseren Geschwindigkeit der Trommel betrug also nur 2,7% Saft, eine in der That unerhebliche Grösse.

Der grösste Theil des Saftes wird gleich in der ersten Minute der Drehung ausgeschleudert, in den folgenden Stadien ist die Saftausbeute ungleich geringer. Sie beträgt:

In der	1.	Minute	40,45%	Saft,	
„	„	2.	„	8,5 %	„
„	„	3.	„	5,2 %	„
„	„	4.	„	2,75%	„
„	„	5.	„	2,1 %	„
			Summa	59,0 %	Saft.

Weiter wurden erhalten:

In der	5.	bis	10.	Minute	5,7 %	Saft,
„	„	10.	„ 14.	„	0,3 %	„
			In 13 Minuten	daher	65,0 %	Saft.

Diese Versuche bestätigen, was sich schon aus obiger Berechnung des Druckes auf den ersten Blick ergiebt: dass die blosse Druckwirkung der Centrifuge sehr bedeutend geringer ist als die der hydraulischen Presse. Der Schwerpunkt des Centrifugalverfahrens ist deshalb in der extrahirenden und verdrängenden Wirkung des Deckwassers zu suchen, und wir wollen die Ergebnisse der letzteren zunächst erörtern.

Herr Zlienkoff erhielt bei 200 Pfd. Breifüllung und 45% Deckwasser im Mittel von 3 Versuchen:

In der	1. bis	5.	Minute	58,5 %	Saft und	0 %	Wasser	
„	„	5. „	10.	„	27,6 %	„ „	25,25%	„
„	„	10. „	15.	„	1,35%	„ „	3,75%	„
In 15 Minuten also in Summa					87,45%	Saft und	29,00%	Wasser,

welche zusammen in die Scheidung eingingen, während die übrigen 16% Wasser gemischt mit den nicht erhaltenen 7 bis 8% Saft in den Träbern zurückblieben.

Desselben Experimentators Versuche mit steigenden Quantitäten Wasser ergaben folgende Resultate:

Breiladung in Pfd.	Verbrauchtes Wasser		Ausbeute an unverdünntem Safte, berechnet durch Reduction des ausgeschleuderten verdünnten Saftes auf 7,9 Bé. *).		Erhaltenes Wasser			Dichtigkeit des ausgeschleuderten verdünnten Saftes
					im Safte		im Rückstand	
	in Pfd.	in Proc.	in Pfd.	in Proc.	in Pfd.	i. Proc.	i. Proc.	
200	80	40	165	82,5	65	32,5	(?) 7,5	5,7° B.
200	120	60	178	89	79	39	21	5,5°
200	120	60	179	89,5	80	40	20	5,5°
200	140	70	180	90	93	46,5	23,5	5,25°
200	160	80	181	90,5	107	53,5	26,5	5,0°

Die Wirkung des Wassers zeigt sich hiernach als eine lange nicht erschöpfende. Schon der zweite (oder der ihm gleiche dritte) Versuch, welcher mit seinem plus von 20% Deckwasser gegen den ersten doch wenigstens noch 6,5% (oder 7%) Saft mehr erzielt und dabei nur eine fast gleiche Menge (6,5 bis 7,5%) Wasser in den Saft bringt, bildet die äusserste Grenze, bis zu welcher das Verhältniss des zugesetzten Wassers zu dem dadurch erhaltenen Mehrgewinne an Saft ein günstiges genannt werden kann. Darüber hinaus bewirkt selbst ein unverhältnissmässig grosser Wasserzusatz nur noch geringe Safterträge, deren Werth die Verdampfungskosten des mit in den Saft eingehenden Wassers nicht erreicht, z. B. geben in dem Stadium von Versuch 3 bis Versuch 5 die 20% mehrgenommenen Deckwassers nur 1% Saftausbeute mehr, während sie 13,5% Wasser als unwillkommene Zugabe in den Saft bringen. Der Grund des ungenügenden Erfolges so grosser Wasserquantitäten liegt in der zu raschen Wirkung der Schleuderkraft, welche das Deckwasser gleich nach seinem

*) Die Reduction ist sehr einfach. Der erste Versuch z. B. gab 230 Pfd. Saft von 5,7° Bé., diese entsprechen nach der Proportion $(7,9 : 5,7 = 230 : x)$ $= \frac{230 \times 5,7}{7,9} = 165$ Pfd. unverdünnten Saftes von 7,9 Bé. Die 257 Pfd. von 5,5° Bé. des zweiten Versuches entsprechen nach demselben Ansatze $\frac{257 \times 5,5}{7,9}$ = 178 Pfd. Saft von 7,9 Bé. u. s. w.

Eintritte in die Centrifuge durch die Breitschicht treibt, ohne demselben den zur gehörigen Mischung mit dem Safte und zur Extractionsthätigkeit nöthigen Aufenthalt im Innern der Masse zu gewähren. Diese Hast des Schleuderprocesses, so erwünscht sie auf der anderen Seite durch ein grosses Verarbeitungsquantum und Tagelohnersparniss sein kann, ist eine schwache Seite des Verfahrens, sie nöthigt uns, wollen wir uns nicht an einer zu geringen Saftausbeute genügen lassen, wider Willen zu dem *ultimum remedium*, zur Anwendung vielen Wassers, dessen Verdampfung Geld kostet, abgesehen davon, dass es oft allerlei störende Stoffe organischen und unorganischen Ursprungs (Gyps, Alkalisalze, humöse Stoffe etc.) in den Saft bringen kann.

Ich erhielt bei einer Rotationsdauer von 38 Minuten als Mittel mehrerer Versuche:

aus 300 Pfd.	Breifüllung	mit 30%	Wasser	30,58%	Träber,
„ 300	„	„ 40%	„	31,60%	„
„ 300	„	„ 50%	„	30,9 %	„

Die aus den inneren und äusseren Schichten des Schleuderrückstandes ausgepressten Flüssigkeiten enthielten

	die Innenseite		die Aussenseite	
bei 30% Wasser	3,5% Bg. u.	2 % Zucker	4,6% Bg.	3,12% Zucker.
„ 40% „	3,1% „ „	1,74% „	3,2% „	1,94% „
„ 50% „	2,8% „ „	1,16% „	2,8% „	1,71% „

Wie der Wasserzusatz wächst, nimmt hiernach der Zuckergehalt ab. Die Innenseite, da sie beständig der unmittelbaren Wirkung des Wassers ausgesetzt ist, muss wohl weniger Zucker enthalten als die Aussenseite, welche von dem Wasser erst dann berührt wird, nachdem es sich unterwegs schon etwas mit Saft gemischt hat.

Bei gleicher Steigerung der Breifüllung und Rotationsdauer wurden mit 50% Deckwasser im Durchschnitte mehrerer Versuche erhalten:

Breifüllung	Drehung	Rückstand,	dessen Saft enthielt:	
bei 100 Pfd. und	16 Minuten	29,3%	4,17% Bg. und	2,76% Zucker,
„ 150 „ „	18 „	32,8%	3,33% „ „	2,11% „
„ 200 „ „	28 „	28,8%	3,83% „ „	2,6 % „
„ 250 „ „	33 „	33 %	3,57% „ „	2,2 % „
„ 300 „ „	36 „	30,4%	3,43% „ „	1,97% „
„ 350 „ „	40 „	33 %	2,7 % „ „	1,69% „

Aus diesen Versuchen scheint hervorzugehen, dass die Wasserdecke um so stärker extrahirend wirkt, je dicker die Breischicht in der Trommel ist, je mehr Widerstand mithin dem Wasser beim Durchgange geboten wird, oder je länger dasselbe in Folge davon mit dem Breie in Berührung bleibt.

300 Pfd. Brei und 40% Wasserzusatz ergaben bei steigender Rotationsdauer:

in 20 Minuten	35,1% Träber,	deren Saft enthielt	3,4% Bg.	2,1 % Zucker.
„ 25 „	31,2% „	„ „ „	3,1% „	1,85% „
„ 30 „	29 % „	„ „ „	2,6% „	1,53% „
„ 40 „	28,9% „	„ „ „	2,3% „	1,38% „

Siemens fand in dem Safte der Träber unmittelbar nach dem Schleudern 2,1% Zucker während nach 3stündigem Liegen der Träber der Saft aus denselben 3,4% Zucker und nach 12 Stunden sogar 4,2% Zucker zeigte. Diese Beobachtung beweist einestheils mit Evidenz den günstigen Erfolg einer längeren Einwirkung des Wassers beim Schleudern; anderentheils ergiebt sich daraus, dass der Zuckergehalt der Träber geringer gefunden wird, als er wirklich ist, wenn man sie gleich nach dem Schleudern polarisirt, dass mithin aus einer solchen unmittelbar angestellten Polarisation weder auf die Menge des in den Träbern zurückgehaltenen, noch auf die des ausgeschleuderten Saftes ein directer Schluss gemacht werden darf, denn in Wirklichkeit muss jene grösser sein, diese also geringer ausfallen, als die Rechnung ergeben würde. Weiter hinten in einem besonderen Kapitel der Bestimmung der erzielten Saftmenge werden wir die Wichtigkeit dieses Gegenstandes nochmals betrachten, hier will ich nur darauf hinweisen, dass in fast allen darüber veröffentlichten Angaben die wirklich erzielte Saftmenge zu hoch, oder der Zuckerverlust in den Träbern zu niedrig angegeben ist, besonders

erlaube ich mir hier meine Arbeiten (in Böhmens Rübenzuckerfabrication) über diesen Gegenstand zu kritisiren.

Der Trockengehalt der Träber (Faser + Zucker) wurde z. B. gefunden zu 16,8%; ihr Wassergehalt betrug daher 83,2%. Der Saft der Träber polarisirte gleich nach dem Schleudern 1,6%, enthielt also (die übrigen festen Bestandtheile desselben unberücksichtigt gelassen) 100 — 1,6 = 98,4% Wasser, nach welchem Verhältnisse sich auf die gefundenen 83,2% Wasser der Träber oder 100 Träber ($98,4 : 1,6 = 83,2 : x$) = 1,35% Zucker berechnen. Da nun der Schleuderrückstand in der Regel $\frac{1}{3}$ des Rübengewichtes beträgt, so würden nach obiger Polarisation 100 Theile Rübe in ihren ($33\frac{1}{3}$%) Träbern nur $\frac{1,35\%}{3} = 0,45$ Theile Zucker verlieren — eine Zahl, die man oft angegeben findet. Enthielte der unverdünnte Saft der Rüben 9,6% Zucker, so entsprächen diese 0,45% Zucker $\left(\frac{100 \,.\, 0,45}{9,6\%}\right) = 4,6\%$ solchen unverdünnten Saftes, den die Träber zurückhielten, während die Gesammtausbeute (95% — 4,6%) = 90,4% Saft betragen müsste.

Bei den Versuchen in Königsaal (S. 68 des Reiseberichtes) erhielt man aus 78% (mittelst Pressen gewonnenen) Saftes von 10,05 Zuckergehalt 8,83% Füllmasse, oder aus 100 Theilen Saft $\frac{8,83 \times 100}{78} = 11,3\%$. Nach diesem Verhältnisse mussten 100 Theile des mittelst Centrifugen gewonnenen 9,6% polarisirenden Saftes $\frac{9,6 \times 11,3}{10,05} = 10,79\%$ Füllmasse geben und 100 Theile centrifugirter Rüben würden — wenn man wirklich die oben berechneten imaginären 90,4% Saft aus ihnen gewonnen hätte — $\frac{90,4 \times 10,79}{100} = 9,75\%$ Füllmasse als Ausbeute ergeben haben. Statt dessen erzielte man in Wirklichkeit aus 100 Theilen Rübe nur 9,5% Füllmasse, folglich konnte auch die Saftausbeute nicht grösser als $\frac{9,5 \times 100}{10,79} = 88\%$ gewesen sein, oder um (90,6 — 88) = 2,4% geringer als die auf Grund der Träberpolarisation berechnete. — 100 Theile Rüben haben demnach auch nicht 4,6% Saft = 0,45% Zucker in ihren ($33\frac{1}{3}$%) Träbern zurückgelassen, sondern (95 — 88) = 7% Saft oder $\frac{7 \times 9,6}{100} = 0,67\%$ Zucker, woraus sich auf 100 Theile Träber ein wirk-

licher Gehalt von $(7 \times 3) = 21\%$ unverdünnten Saftes oder $\frac{9,6 \times 21}{100} = 2,01\%$ Zucker berechnet. Hätte sich nun aller in den Träbern zurückgehaltener Saft mit dem ganzen Wassergehalte derselben zu einer homogenen Flüssigkeit gemischt, so würde diese statt 1,6% $[(83+2,01):2,01 = 100:x]$ $x = 2,36\%$ polarisirt haben, also 0,76% mehr, als oben gefunden wurde. Man sieht aus dieser bedeutenden Differenz, wie sehr die Polarisation frisch aus der Trommel kommender Träber mit dem wirklichen Saftgehalte derselben im Widerspruch steht!

Dass die innere Seite der Breischicht in den Centrifugen durch unmittelbare Berührung mit dem Deckwasser stärker extrahirt wird und deshalb immer einen geringeren Zuckergehalt ausweist, als die äussere, haben wir schon bei obigen Versuchen erkannt. Zahlreiche Polarisationen ergaben ferner als Mittel:

für den Saft der Innenseite	3,02%	Bg. und	1,73%	Zucker
„ „ „ „ Aussenseite	4,00%	„ „	2,49%	„

Diese Differenz wird natürlich um so grösser sein, als die Breischicht in den Centrifugen dicker (oder die Ladung grösser) und die Wassermenge zum Decken grösser oder kleiner ist.

Aber nicht nur zwischen der inneren und äusseren, sondern auch zwischen der oberen und unteren Breischicht ist ein Unterschied des Zuckergehaltes. Ich fand (s. Reisebericht)

oben	1,42%	unten	1,16%	Zucker,
„	1,71%	„	1,42%	„
„	2,29%	„	1,42%	„
„	1,16%	„	1,16%	„
im Mittel	1,645%	und	1,285%	Zucker.

Nichts befördert die Gleichmässigkeit und mit ihr den quantitativen Erfolg des Schleuderns mehr, als eine geschickt applicirte Wasserdecke. Dazu bedarf es einer zweckmässigen Einrichtung des Deck- oder Brauserohres und einer verständigen Führung desselben. Man lässt das Wasser entweder durch feine Löcher des Deckrohres in einzelnen Strahlen oder durch einen engen Längenschlitz als zusammenhängende Wasserhaut ausströmen. Wie gross die Anzahl dieser Löcher, ihr Abstand unter einander und ihr Durchmesser am besten sein muss, darüber divergiren die Meinungen sehr (4 Reihen Löcher à 1 Millimeter Durchmesser sind gebräuchlich); Regel aber

ist, nicht zu wenig Löcher und sie wenigstens in solcher Distanz zu nehmen, dass die Anfangs scharf getrennten Strahlen nahe genug sind, um sich noch vor ihrer Ankunft auf der Peripherie berühren und möglichst in einander verlaufen zu können. Geschieht das nicht, strömen die Strahlen einzeln auf die Breischicht, so bilden sich auf dieser Rillen, welche stark, und dazwischen Zonen, welche sehr schwach gedeckt werden. Letzteren Uebelstand sucht man auch wohl durch eine Kreuzung der Strahlen auf ihrem Wege, bewirkt durch schräge Bohrung der Löcher, zu heben, ebenso durch senkrechte Auf- und Niederbewegung des Deckrohres während der Einströmung mittelst einer am oberen Ende desselben angebrachten Feder, durch welche es sich, von der Hand des Arbeiters in seinem Lager niedergedrückt, immer wieder von selbst hebt. — Eine beständige Controle der Manipulation des Arbeiters sowohl, wie des Deckrohres selber, ist durchaus nöthig: man fühle sich nicht zu sicher bei dieser Arbeit, denn die geringste Unregelmässigkeit am Rohre oder bei dessen Handhabung bringt gleich viel Verlust! Zlienkoff z. B. giebt an, die Saftausbeute habe sich durch Verstopfung nur des zehnten Theils der Löcher um 3% vermindert. Auch ein Längenschlitz wird leicht durch Breitheilchen oder Unreinigkeiten im Wasser verstopft und dadurch in seiner sonst recht gleichmässigen Wirksamkeit sehr beeinträchtigt; er lässt sich aber weit leichter reinigen als einzelne Löcher. — Die Richtung des ausströmenden Deckwassers sei immer radial, rechtwinkelig auf die Breischicht. Spritzt man schräg ein und zugleich dem Trommellaufe entgegen, so wird das Wasser mit Heftigkeit zurück- und theilweise oben herausgeschleudert, wobei Saftverlust unvermeidlich ist.

Die ganze beim Zerreiben und Schleudern zugesetzte Wassermenge beträgt je nach Concentration des Rübensaftes zwischen 50 bis 70%, wovon $^1/_4$ bis $^1/_3$ (bei Rüben mit sehr klebrigem Safte auch $^1/_2$) auf die Reibe gelassen, das übrige zum Decken verwandt wird. Viele meinen, man erziele mehr Saft, wenn man auf der Reibe möglichst mit dem Wasser spare, um desto mehr zum Decken übrig zu behalten; Andere dagegen z. B. Otto empfehlen (gewiss richtiger!) einen reichlichen Wasserzusatz gleich beim Zerreiben, indem sie sich mehr Erfolg von dem leichteren Abschleudern des dünneren Saftes als von der extrahirenden Wirksamkeit einer reichlicheren Wasserdecke versprechen.

Immerhin bleibt es eine Schattenseite des Centrifugalverfahrens, dass die Saftgewinnung zu sehr von der individuellen Befähigung und

Zuverlässigkeit des Arbeiters abhängt, der die Centrifuge zu bedienen und das Decken zu verrichten hat. Den Nachtheil einer solchen Abhängigkeit kann nur der beurtheilen, welcher auf ungeübte und stets wechselnde Arbeiter angewiesen ist; er wird gewiss meine Ueberzeugung theilen, dass dies Verfahren auf die Länder beschränkt bleiben muss, welche eine anstellige und geschulte Arbeiterclasse aufzuweisen haben.

Ein allgemeines Urtheil über den Erfolg des Deckens giebt schon die Farbe der Träber. Je weisser dieselben im frischen Zustande sind und je langsamer sie sich schwärzen beim Liegen an der Luft, desto geringer ist ihr Saftgehalt. Röthliche Rückstände enthalten immer viel Saft und färben sich deshalb rasch dunkel an der Luft.

Der frisch ausgeschleuderte Saft ist immer von einer bedeutenden Menge kleinblasigen, dichten Schaumes bedeckt. Man richtet daher die Saftrinne so ein, dass der Saft unter dem Schaume in die Scheidepfannen fliesst, während man den Schaum oben abschöpft und denselben entweder in die Centrifuge auf die Breischicht vor dem Decken giebt, wobei er durch das Wasser zerstört wird, oder ihn in einem besonderen Kasten durch einströmenden Dampf zerstört und zu Saft verdichtet. Eine andre Unannehmlichkeit bei dem Schleudern ist die von durchgeschleuderten Breitheilchen herührende Menge Schlamm, welche man bei der Scheidung erhält. Bei grösserer Geschwindigkeit der Trommel vergrössert sich dieselbe, und man muss wenigstens einen Arbeiter dafür auf 1000 Ctr. täglich mehr rechnen, als bei der Scheidung des mit Pressen gewonnenen Saftes.

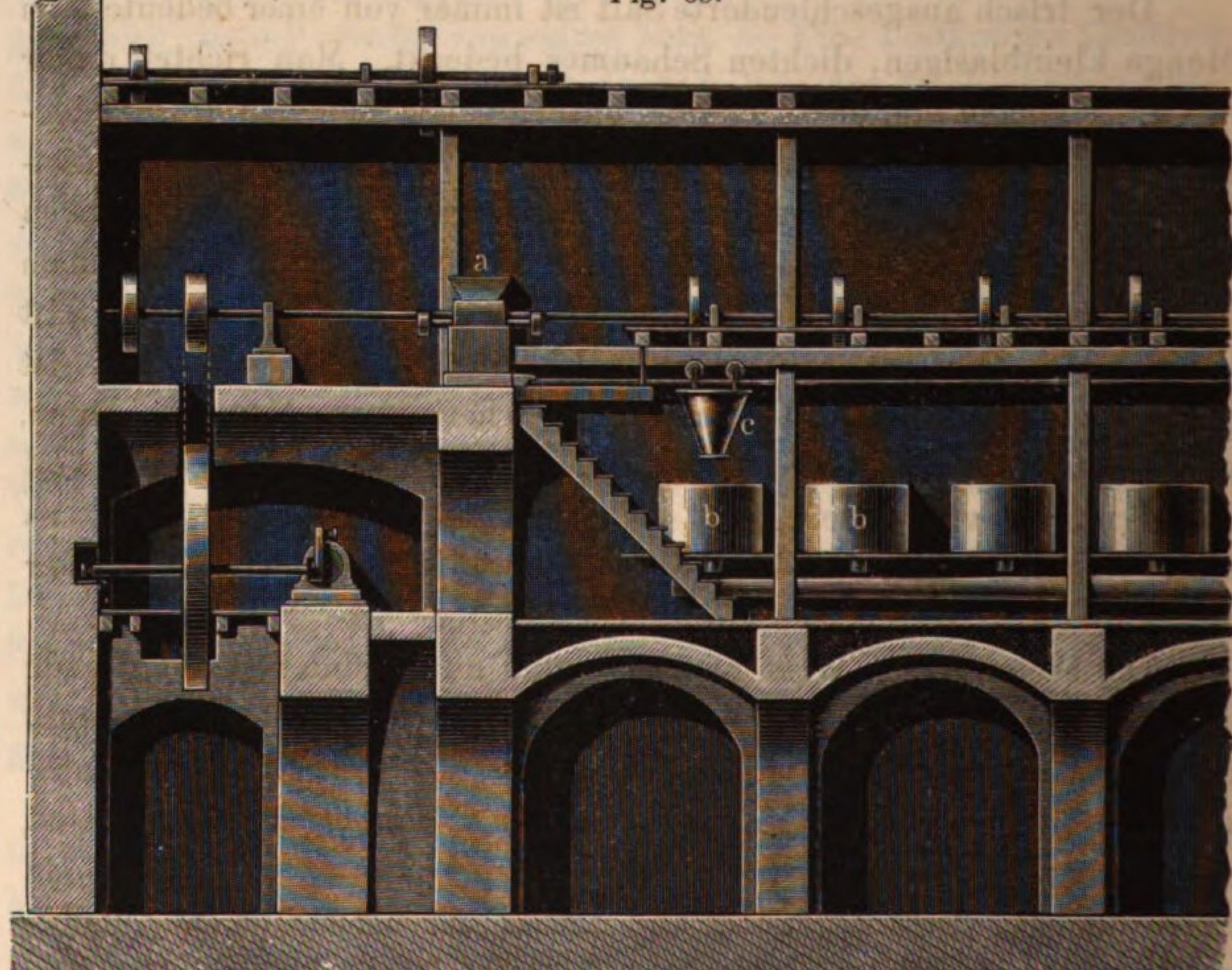
Die Siebmaschen verstopfen sich bald durch eine fest anhaftende Träberschicht und lassen dann den Saft schwer durch, deshalb muss man die Siebe alle 6 Stunden gegen eine Reservegarnitur auswechseln und reinigen. Sie werden fast 1 Stunde lang in Wasser, dem man zur besseren Erweichung der Träber etwas Kalk oder Soda zugesetzt hat, tüchtig gekocht und darauf unter reichlichem Aufströmen von heissem Wasser mittelst stumpfer Besen und Bürsten von den anhängenden Fasern befreit. Diese leichte Reinigung ist eine Lichtseite des Centrifugalverfahrens, ebenso die Haltbarkeit und leichte Reparatur der Siebe, wodurch es möglich wird, mit zwei oder drei Garnituren pro Campagne auszukommen. Wie viel mehr Mühe und Kosten erfordern dagegen die Presstücher!

Die Menge des ausgeschleuderten Saftes darf nur durch Abwägen und Abmessen desselben bestimmt werden, nicht durch Polarisation

des Schleuderrückstandes. Ermittelt man durch einfache Saccharometerwägung das spec. Gewicht und durch Ausmessung den cubischen Inhalt einer jeden Scheidung genau, so ergiebt sich aus diesen beiden Factoren das Totalgewicht des erhaltenen Saftes unmittelbar, während das Verhältniss zwischen ursprünglichem Safte und Wasser in diesem verdünnten Safte durch eine einfache Reduction (vergl. S. 247) leicht gefunden wird, wenn man nur das specifische Gewicht (die „Grädigkeit") des unverdünnten Saftes durch genügende Wägungen vorher festgestellt hat.

Das Arrangement der Centrifugen und die Art ihrer Füllung zeigt Fig. 65. Die sogenannte Breikutsche *c*, ein grosser, eiserner

Fig. 65.



Trichter, dessen untere Oeffnung ein Schieber schliesst, hängt mit eisernen Rollen auf zwei Gleisen, welche über die Centrifugenreihe fortlaufen. Nachdem dieselbe am Breikasten mit dem bestimmten Breiquantum gefüllt ist, schiebt man sie über die in voller Drehung begriffene Centrifuge und öffnet den Schieber. Der Brei entladet sich rasch auf den Conus der Centrifuge und wird von demselben mit

grosser Schnelligkeit in gleichmässig dicker Schicht gegen die umgebende Siebwandung geschleudert. Auf dem über den Centrifugen befindlichen Boden oder der Transmissionstribüne steht für jede der Schleudern *c* ein mit dem nöthigen Deckwasser gefülltes Gefäss, in welchem ein Schwimmer mit einer dicht über den Centrifugen befindlichen Scala communicirt, nach deren Gradstrichen der Arbeiter mittelst der ihm zur Hand befindlichen Hähne das Gefäss speist und zum Decken entleert. Ein Gummischlauch bildet das leicht bewegliche Verbindungsglied zwischen dem Ausflusshahne des Gefässes und dem Deckrohre, welches während der Einspritzung mit seinem oberen rechtwinklig umgebogenen Schenkel in einem Lager (einem am Oberboden des Centrifugenmantels befestigten Knaggen mit ringförmiger Oeffnung) so festgehängt wird, dass es senkrecht in die Trommel hineinragt. Früher glaubte man die Deckgefässe möglichst hoch über den Centrifugen aufstellen zu müssen: „denn," so schloss man, „mit je grösserer Vehemenz das Einspritzwasser auf die Breischicht strömt, desto grösser die saftverdrängende Wirkung desselben." Man bemerkte indess bald, dass eine mit starkem Drucke aufströmende Wasserdecke wohl rascher durch die Masse drang, aber sich wegen ihres kürzeren Aufenthaltes darin auch mit weniger Saft zu mischen im Stande war, deshalb geringere Safterträge gab als eine gelindere Einspritzung, welche gründlicher extrahirte. Seit dieser Erfahrung werden die Deckgefässe niedriger placirt. — Eine andere Erfahrung ist die über den günstigsten Zeitpunkt des Deckens. Früher deckte man meistens nicht eher, bis der Saft fast ganz abgeschleudert war, jetzt beginnt man damit oft schon 1 bis 2 Minuten nach der Füllung, während der Saft noch lebhaft ausströmt, und deckt dann fractionirt von Minute zu Minute. Dadurch erzielt man in derselben Rotationszeit eine längere Berührungsdauer zwischen Wasser und Brei, deren günstiger Erfolg sich bald herausgestellt hat.

Eine Centrifuge verarbeitet täglich 100 bis 120 Ctr. bei einer Breiladung von 200 Pfd. und einer Dauer der Schleuderung von 20 Minuten (15 Minuten Drehung und 5 Minuten für Ingangsetzen, Füllen und Ausnehmen). Pro Stunde werden demnach in 3 Schleuderungen 600 Pfd. Brei verarbeitet, in 20 Arbeitsstunden also 12,000 Pfd. = 120 Ctr. Da die Praxis etwas hinter dieser Annahme zurückbleibt, so rechnet man auf 1000 Ctr. täglicher Verarbeitung 9 Centrifugen.

Eine Centrifuge nebst Sieben kostet wenigstens .	650 Thlr.
Die Saftrinnen, Transmissionen, Tribünen und Riemen dazu circa	200 „
Summa	850 Thlr.

Das Anlagecapital für einen Betrieb von 1000 Ctr. berechnet sich aus folgenden Posten:

9 Centrifugen, ohne Aufstellungskosten, die nirgends in Anschlag gebracht sind	7650 Thlr.
Eine Betriebsdampfmaschine von 2 . 9 = 18 Pferdekraft	2200 „
Eine complette Reibe mit Reserve	1200 „
Summa der Anlage	11,050 Thlr.

Die Reparaturen, Auswechslung der Siebe wollen wir als sehr gering mit 1000 Thlr. pro Jahr beziffern.

An Arbeitskräften benöthigt man

Zur Reibe	1 Mann
Bei den Schleudern (Decken)	2 „
Entleerer und Fortträger der Träber	4 „
Wäscherinnen, Siebreiniger	2 „
Rinnenputzer (Schaum)	1 „
Summa	10 Mann

(obschon von einigen Fabricanten bis 14 Arbeiter angegeben werden).

Der Calcül der Saftgewinnung aus 120,000 Ctr. Rüben pro Campagne stellt sich daher wie folgt:

a. 120000 Ctr. Rüben à $1/3$ Thlr.	40000	Thlr.
b. Heranführen und Reinigen: pro Schicht 14, pro Tag 28 Arbeiter = 28 Tagelöhne, in 120 Tagen 3360 Tagelöhne à $1/3$ Thlr..	1120	„
c. Zinsen und Amortisation zu 10% des Anlagecapitals	1105	„
d. Reparaturen, Reservesiebe etc.	1000	„
e. Reibe und Centrifugen: pro Schicht 10, pro Tag 20 Arbeiter = 20 Tagelöhne, in 120 Tagen = 2400 Tagelöhne à $1/3$ Thlr.	800	„
f. Brennstoffaufwand zum Maschinenbetriebe = (18 . 22 . 10) = 3960 Pfd. Steinkohlen pro Tag giebt für 120 Arbeitstage 4752 Ctr. Steinkohlen à $1/2$ Thlr..	2376	„
g. Die Verdampfung von 30% = 36000 Ctr. Wasser erfordert (wenn 1 Ctr. Steinkohlen 5 Ctr. Wasser verdampft) im Ganzen 7200 Ctr. Steinkohlen à $1/2$ Thlr.	3600	„
Summa	50001	Thlr.

Dafür sind gewonnen bei 80% Saftausbeute 105600 Ctr. Saft ursprünglicher Dichte, 1 Ctr. Saft kostet demnach 14 Sgr. 2,46 Pf.

Bei 50% Wasserdecke statt der obigen 30% vermehren sich die Verdampfungskosten um 2400 Thlr., die ganze Summe beträgt in diesem Falle 52401 Thlr. Erhält man dafür 10% Saft mehr = 90% = 108000 Ctr., so berechnet sich 1 Ctr. Saft auf 14 Sgr. 5,7 Pf.

Die Zusammensetzung der Schleuderrückstände ist etwa folgende:

82,6%	bis	85%	Wasser,
13,5%	„	12%	Faser,
2,4%	„	2,4%	Zucker,
1,5%	„	0,6%	lösliche Saftbestandtheile ausser Zucker.
100,0%	—	100,0%.	

Sie sind also wässeriger und deshalb weniger nahrhaft als die Pressrückstände, halten sich aber beim Aufbewahren ebenso gut wie diese und werden vom Viehe auch ebenso gern gefressen. Den Futterwerth derselben muss man bei der Frage nach der Rentabilität des Centrifugalverfahrens als Nebensache betrachten, wie es auch dem auf eine hohe Zuckerausbeute gerichteten Zwecke der Zucker-

fabrication, welcher sich nicht ausschliesslich dem besonderen Interesse des Landwirths unterordnen darf, folgerichtig entspricht. Dr. Grouven schätzt den Futterwerth von 100 Pfd. Träbern der Centrifugen auf 4 Sgr., während er die Presslinge wenigstens auf 7 Sgr. anschlägt.

Wegen ihrer Wässrigkeit empfiehlt es sich, die Träber gemischt mit feingeschnittenem Futterstroh (Häcksel) aufzubewahren; auch pflegt man häufig einen Zusatz von Salz zu geben. Beim Verfüttern ist eine Vermischung derselben mit stickstoffreichen Futtermaterialien, z. B. Oelkuchen, noch mehr geboten als bei den Pressrückständen, damit dem Viehe ein an plastischen (muskel- und knochenbildenden) Substanzen nicht gar zu armes Futter gereicht werde. Während der Aufbewahrung gehen die Centrifugenträber fast ebenso schnell in Gährung über, wie Pressel, und der säuerliche Geschmack und Geruch (nach Essigäther), welchen sie dann annehmen, ist kaum schwächer, als bei gegohrenen Pressrückständen. Dieser Umstand beweist wohl am evidentesten, dass die Centrifugenträber keineswegs so zuckerarm sind, wie man jetzt häufig im Interesse des Centrifugalverfahrens herauspolarisirt.

Die Maceration.

Die beiden bisher betrachteten Saftgewinnungsmethoden beruhen hauptsächlich auf Druckwirkung und damit auf der maschinellen Vollkommenheit der Druckapparate. Die Bemühungen der Mechanik, die kostspieligen hydraulischen Pressen und Pumpwerke zu verdrängen und durch Walzenpressen, wie z. B. in Pequeur's, Sieber's, Sigl's, Robert's und Anderer Versuchen, die Arbeit des Pressens zugleich mit Umgehung der schädlichen Tücher rationeller zu verrichten, sind äusserst zahlreich. Man versuchte sogar mittelst comprimirter Luft oder anderer comprimirter Gase den Saft aus dem feinvertheilten Rübenbreie zu drücken. Das Centrifugalverfahren unterstützt,

wie wir gesehen haben, den mechanischen Effect der Schleuder durch die auslaugende Wirkung des Wassers, ohne indessen dem letzteren die zum gehörigen Durchdringen des Rübenbreies nöthige Zeit zu gewähren. Bei dem Macerationsverfahren treten nun die mechanischen Hülfsmittel fast ganz zurück, das Wasser bleibt nicht mehr blosser Gehülfe, sondern wird Hauptagens der Saftgewinnung, indem es einerseits längere Zeit und in weit grösserer Masse als sonst in innigste Berührung mit dem Rübenbrei tritt und während derselben dessen Saftgehalt auszieht, andererseits durch sein eigenes Gewicht den Saft aus dem Rübenbrei verdrängt.

Lässt man Rübenbrei und Wasser in inniger Mischung genügende Zeit auf einander wirken, so verdünnt das Wasser nicht bloss den ausserhalb der Zellen befindlichen Saft, sondern auch den in noch ungeöffneten Zellen eingeschlossenen. Durch die trennende Zellenwandung (Membran) wird nämlich der innere Saft nicht gegen den äusseren absolut abgeschlossen, sondern diese Membran vermittelt vermöge einer ihr innewohnenden eigenthümlichen Kraft, deren Grundursache bis jetzt noch nicht genau erkannt ist, den Austausch beider Flüssigkeiten: sie lässt den äusseren verdünnten Saft in die Zelle ein- und den inneren concentrirten in demselben Maasse aus der Zelle austreten, so lange, bis eine vollständige Mischung beider Flüssigkeiten stattgefunden hat, bis der Saft innen und aussen homogen, gleicher Concentration geworden ist. Diesen Ausgleichungsprocess zwischen zwei Lösungen ungleichen Gehaltes durch häutige Scheidewände (Membranen) nennt die Physik Endosmose (Einhauchung, Aufsaugung) und Exosmose (Aushauchung, Austritt); in seiner Anwendung zur Saftgewinnung aus den Rübenzellen nennen wir ihn Maceration.

Die Intensität dieses Ausgleichungsprocesses ist verschieden sowohl nach der Natur der trennenden Scheidewand (thierische Haut und Kautschuk z. B. wirken nicht gleichartig), als auch nach Beschaffenheit der getrennten Flüssigkeiten. So soll z. B. nach Jolle's Versuchen, wie Ventzke angiebt, für 4,3 Theile Wasser, die durch die Blase eintreten, 1 Theil Kochsalz in entgegengesetzter Richtung (exosmotisch) austreten, während 7 Theile Wasser endosmotisch eintreten müssten, um 1 Theil Zucker exosmotisch austreten zu lassen.

Ueber die osmotische Wirkung des Rübensaftes, insbesondere über das specielle Verhalten seines Salz- und seines Zuckergehaltes

gegenüber dem macerirenden Wasser ausserhalb der Zelle, bedürfen wir noch sehr der Aufklärung durch Versuche. Thatsache ist, dass Melasse, wenn sie in einer Thierblase eingeschlossen ins Wasser gehängt wird, ihre Salze in einem grösseren Verhältniss an das umgebende Wasser abgiebt, als ihren Zuckergehalt, und zwar ist der Unterschied der Exosmose beider Substanzen so bedeutend, dass Haug vorschlug, die Melasse auf diese Weise von ihren Salzen zu befreien (Vereinsschrift für R.-Z.-I., Bd. VII, S. 355).

Wenn sich nun die Membran der Rübenzellen ähnlich der Thierblase verhielte und die Melasse ähnlich dem Rübensafte in den Zellen, so liesse sich aus dieser Annahme, welche unterstützt wird durch die (in demselben Bande der Vereinsschrift für R.-Z.-I., S. 289) von Ventzke beigebrachten Angaben, folgern, dass die in den Rüben enthaltenen Salze rascher in die Macerationsflüssigkeit übergehen, als der Zucker, oder mit anderen Worten, dass man bei Anwendung von wenig Wasser zum Maceriren zwar alle Salze aus den Rübenzellen erhalten, dagegen aber reinen Zucker in den Zellchen lassen würde. — Die Anwendung sehr bedeutender Mengen Wasser wäre hiernach gerechtfertigt. Diese Betrachtung kann übrigens nur als eine Hypothese gelten, die durch gründliche Forschungen noch festzustellen ist*).

*) Ueber das Verhältniss der Salzosmose zur Zuckerosmose bei der Maceration mag nachfolgende Untersuchung der Futterrückstände von Dr. Grouven, mitgetheilt in der Vereinsschrift für R.-Z.-I. 1861, 80. Lieferung, S. 147, einigen Aufschluss geben:

	Macerations-Rückstände von Waghäusel frisch bei 79,6% Wassergehalt	Presslinge von Salzmünde frisch bei 75,4% Wassergehalt
Kali	0,078	0,214
Natron. . .	0,054	0,058.

Hiernach wären von den wichtigsten und schädlichsten Salzen der Rüben bei der Maceration entschieden weniger im Rückstande, also mehr im Safte, als bei dem Pressverfahren!

Ferner wäre es vielleicht nicht unmöglich, die Intercellularsubstanz der Rübe durch Einwirkung irgend welcher Agentien in ihren endos- oder exosmotischen Einflüssen zu modificiren. So führt z. B. Dubrunfaut an, dass eine Zugabe von verdünnten Säuren die Ausziehung des Zuckers durch Maceration wesentlich befördere und dass schon 0,004 bis 0,005% Schwefelsäure bei 15° C. eine entschiedene Wirkung hervorbringe, ohne den krystallisirbaren Zucker im Mindesten zu verändern (?). Ebenso sollen saure Salze, aber auch Alkalien und alkalische Salze die osmotische Thätigkeit der Zellenwand anregen.

Dass die Maceration des Saftes um so vollständiger und rascher erfolgt, je feiner die Rübensubstanz zertheilt ist, je mehr Berührungs- resp. Wirkungsflächen sie dem Wasser darbietet, steht erfahrungsgemäss fest. Daher wird geriebener Brei soviel rascher von seinem Zuckergehalte befreiet, als Rübenschnitte, zu deren vollständiger Durchdringung und Maceration ganz augenscheinlich eine längere Zeitdauer nöthig erscheint, worauf wir weiter unten zurückkommen werden.

Um nun die saftverdünnende Wirkung des Wassers auf den Rübenbrei annähernd in Zahlen darstellen zu können, wollen wir die oben berührten Differenzen zwischen der Salz- und Zuckerosmose des Saftes der Einfachheit der Rechnung wegen ganz ausser Acht lassen, und nur annehmen, dass sich der Saft der Rübe mit dem Wasser (der Macerationsflüssigkeit) gleichmässig mischt.

Wie schon öfter erwähnt, enthalten 100 Gewichtstheile Rüben 96 Thle. Saft und 4 Thle. Faser. Mischt man nun 100 Thle. Rübenbrei mit 96 Thln. Wasser, so entstehen 192 Thle. Saft von nur halb so grosser Dichte als der des ursprünglichen Saftes, also — letztere zu 16% Bg. angenommen — von 8% Bg. Lässt man 96 Thle. dieses Saftes abfliessen und mischt zu dem Rückstande wieder 96 Thle. Wasser, so resultirt ein Saft von 4% Bg. Ein in dieser Weise fortgesetzter dritter, vierter, fünfter, sechster Aufguss von 96 Thln. Wasser geschehen nach jedesmaliger Vorwegnahme von 96 Thln. Saft der vorigen Verdünnung, giebt resp. 2-, 1-, $\frac{1}{2}$- und endlich $\frac{1}{4}$procentigen Saft. Die Weiterführung dieser Rechnung muss sofort erkennen lassen, wie bald durch wiederholtes Abziehen des verdünnten Saftes und Neuaufgiessen von Wasser der Rübenbrei fast bis auf 0% erschöpft werden kann, gewinnen wir doch in unsern 6 Aufgüssen — unter der Voraussetzung vollständiger Maceration d. h. der Mischung allen Saftes mit allem Wasser — schon $15\frac{3}{4}$ von den 16 Procenten Bg. des ursprünglichen Saftes!

Mischte man diese sechs nach einander erhaltenen Macerationsflüssigkeiten, so würde ein Saft resultiren von

$$\frac{8 + 4 + 2 + 1 + 0{,}5 + 0{,}25}{6} = \frac{15{,}75}{6} = 2{,}62\% \text{ Bg.,}$$

also ein sehr verdünnter, dessen Verdampfung kostspielig wäre. In Wirklichkeit mischt man nun diese Auszüge nicht, sondern bringt jeden einzelnen mit immer neuen Mengen unverdünnten Rübenbreies in Berührung, bis ein Saft von einem dem ursprünglichen Safte fast gleichen Procentgehalte resultirt. Mischt man 96 Thle. des durch den ersten Wasseraufguss erhaltenen Saftes von 8% Bg. zu 100 Thln. Rübenbrei, so bilden sich 192 Thle. Saft von $\frac{8 + 16}{2} = 12\%$ Bg. 96 Theile dieses 12procentigen Saftes geben mit neuen 100 Thln. Rübenbrei $\frac{12 + 16}{2} =$ 14procentigen Saft. Mischt man von letzterem wiederum 96 Thle. zu 100 Thln. Rübenbrei, so entsteht Saft von $\frac{14 + 10}{2} = 15\%$ Bg. Die vierte Mischung mit 100 Brei giebt hiernach Saft von $\frac{15 + 16}{2} = 15{,}5\%$ Bg., die fünfte Saft von $\frac{15{,}5 + 16}{2} = 15{,}75\%$ Bg., die sechste endlich $\frac{15{,}75 + 16}{2} = 15{,}875$ procentigen Saft. Resümiren wir die Ergebnisse aller sechs Mischungen, so erhalten wir für die zunehmende Concentration des Saftes folgende Scala:

1.	2.	3.	4.	5.	6. Mischung
12%	14%	15%	15,5%	15,75%	15,875% Bg.

Schon der Saft der sechsten Mischung ist, wie man sieht, dem ursprünglichen Safte an Gehalt nahezu gleich; der Unterschied würde bald ein Minimum werden, wenn man noch einige Stufen in der Mischung von Saft und Rübenbrei weiter ginge.

Verhielten sich die Vorgänge in der Praxis dieser Rechnung gemäss, so wäre die Maceration frischer Rüben wahrscheinlich die verbreitetste Saftgewinnungsmethode. Wie die Concentration der Säfte in den Macerationsgefässen, worin Saft und Brei in einem dem oben beschriebenen ähnlichen, steigenden Verhältnisse gemischt werden, in der Wirklichkeit mit der berechneten Concentration differirt, möge man ersehen aus folgender von einigen gefälligen Geschäftsfreunden aus der Zuckerfabrik zu Stassfurth (die mit dem Apparate nach Schützenbach's neuester

Construction arbeitet) mir übergebenen vergleichenden Zusammenstellung.

Bottich	Wie der Procentgehalt der Säfte bei Rübenbrei mit 16procentigem Safte und obigem Mischungsverhältnisse zwischen Saft und Wasser der Rechnung nach sein müsste.	Wie der Procentgehalt der Säfte in den Staasfurther Macerationsgefässen bei Rübenbrei mit circa 15,4 procentigem Safte wirklich ist.	Wie der Procentgehalt der Säfte in den Halle'schen Macerationsgefässen bei Rübenbrei mit 13,8 procentigem Safte wirklich ist.
1	0,25 Proc.	1,1 Proc.	1,05 Proc.
2	0,5 „	2,2 „	2,05 „
3	1 „	2,75 „	3,05 „
4	2 „	3,5 „	4,05 „
5	4 „	4,5 „	5,3 „
6	8 „	5,4 „	6,55 „
7	12 „	6,75 „	7,42 „
8	14 „	8,8 „	8,8 „
9	15 „	9,5 „	10,42 „
10	15,5 „	12 „	—
11	15,75 „	—	—
12	15,875 „	—	—

Man sieht, dass sich in der Praxis ganz andere Zahlen herausstellen, als die Theorie berechnet hatte, und doch ist die Leitung des Stassfurther Etablissements ohne Zweifel zu den intelligentesten und erfahrensten der Rübenzuckerfabrication zu zählen, und die Zuckerfabrik zu Halle unter Leitung des Herrn Walter verdient die macerirende Fabrik *par excellence* genannt zu werden; auch ist der Apparat in Stassfurth als etwas ganz Besonderes von einer Maschinenfabrik empfohlen worden (die mir dafür, nebenbei bemerkt, nur 10000 Thlr. abverlangte, wahrscheinlich als einen Beweis, wie hoch die Rübenzuckerfabrication sich die theuren Rathschläge einiger Maschinenfabricanten anzurechnen habe?!).

Gehen wir nun nach diesen mehr oder weniger theoretischen und praktischen Vorbetrachtungen zur Beleuchtung des üblichen Verfahrens selbst über und beginnen wir mit der verbreitetsten oder der Schützenbach'schen Maceration.

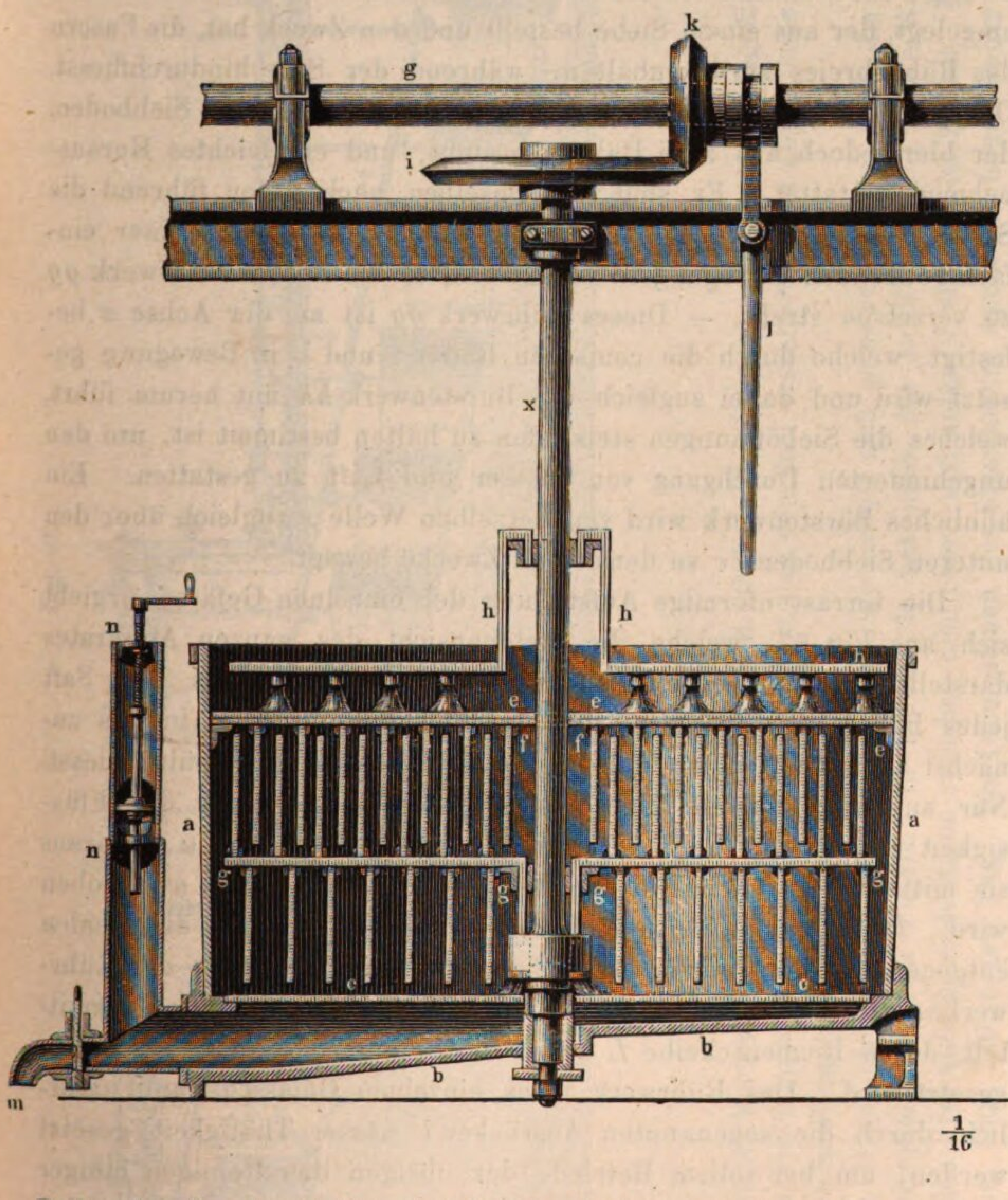
Hierzu werden die Rüben bekanntlich in Form von Rübenbrei der Auslaugung unterworfen. Die schon vor Schützenbach versuchte Maceration von Rübenschnitten erzielte ungünstige Resultate, da das macerirende Wasser zu ungleichmässig wirkte, sich Wege zwischen den Schnitten machte, einige vielleicht gelockerte Schichten stark, andere weniger gelockerte dagegen nur schwach auslaugte oder wohl gar nicht berührte. Ferner befindet sich in grünen Rübenschnitten nach Dubrunfaut's Untersuchungen die Cellulose in einem Zustande von Spannung, welche sie für die endosmotische Wirkung weniger geeignet macht. Das opalartige Ansehen der Schnitte soll von Gasen herrühren, die in den Intercellular-Räumen eingeschlossen sind und die, ebenso wie die natürliche Verkettung der Zellchen, dem Eindringen der Extractionsflüssigkeit hinderlich sein sollen.

Wie dem auch sei, so viel steht fest, dass frische Runkelrübenschnitte ihre löslichen Bestandtheile nur schwer oder doch nur theilweise an Wasser abgeben unter den gewöhnlichen Bedingungen, und dass man so lange keine guten Resultate mit der grünen Maceration erzielte, bis Schützenbach auf den glücklichen Gedanken kam (der ihm, beiläufig bemerkt, sehr wenig eingebracht hat in einem Zeitalter, wo das geistige Eigenthum doch öffentlich als ein solches anerkannt werden soll, wie man behauptet), eine continuirliche Bewegung und daher eine innige Berührung und ewig wechselnde Darbietung der Flächen aller Theilchen der extrahirenden Flüssigkeit sowohl als des zu extrahirenden Rübenbreies einzuführen. Schützenbach selbst redet nur von Auslaugen oder Extrahiren des Breies und beansprucht demnach auch gar keine vollständige Maceration oder absolute Gewinnung sämmtlichen in der Rübe enthaltenen Saftes, wie oft mit übermässiger Strenge verlangt wird. — Schützenbach hat sich dadurch um die Rübenindustrie unbestreitbare Verdienste erworben, er trat zuerst hervor und rüttelte die liebe deutsche Gewohnheit auf aus der Lethargie, mit der sie vor dem alten Pressen Schildwach stand; er zeigte zuerst, dass auch andere Wege zum Ziele führen. Schützenbach ist gewissermaassen als ein Vorkämpfer zu betrachten, der die Möglichkeit einer raschen Extraction des Rübenbreies mit kaltem Wasser praktisch bewies und dadurch den Grund zu neuen Ideen, unter Anderm auch zum Schleudersystem, legte.

Mit wahrem Vergnügen verweile ich dabei, derartige Bestrebungen auf dem Gebiete der Rübenzuckerindustrie hervorzuheben und wünsche

nur, öfter dazu Gelegenheit zu finden. — Betrachten wir hiernach den von Schützenbach construirten Apparat. Er besteht aus runden eisernen Gefässen, deren innere Einrichtung durch Fig. 66 verdeutlicht wird, die den Verticaldurchschnitt eines Gefässes darstellt. Der

Fig. 66.



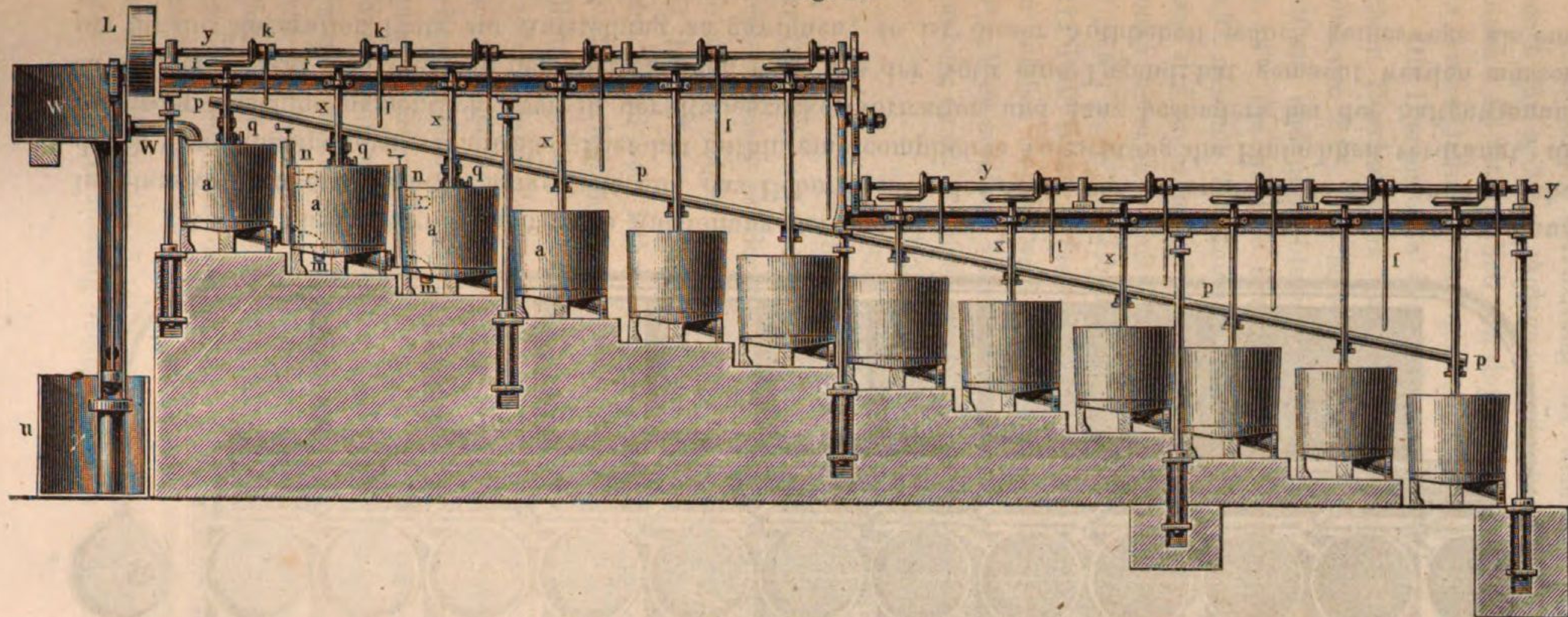
Boden *b* jedes der Gefässe hat Fall nach der einen Seite, um dort in Röhrenform (bei *m*) einen möglichst vollständigen Abfluss der ganzen Flüssigkeit zu gestatten. Das Rohr *m* mit Hahn oder Verschluss dient daher zum Ablassen der Flüssigkeit aus den Gefässen. Ist der

Hahn dort geschlossen, so steigt die Flüssigkeit, dem hydrostatischen Drucke folgend, in dem Rohre *n* in die Höhe und aus diesem durch ein mittelst Ventil beliebig weit zu öffnendes und zu schliessendes seitliches Abzugsrohr in ein anderes ebenso eingerichtetes, aber tiefer stehendes Gefäss (siehe folgende Figur). Ueber diesen schrägen Boden *b* des Gefässes ist ein zweiter sogenannter falscher Boden *cc* eingelegt, der aus einem Siebe besteht und den Zweck hat, die Fasern des Rübenbreies zurückzuhalten, während der Saft hindurchfliesst. Oben bei *ee* Fig. 66 befindet sich abermals ein solcher Siebboden, der hier jedoch aus zwei Hälften besteht, und ein leichtes Herausnehmen gestattet. Es sind an demselben nach unten führend die Stäbe *ff* befestigt, welche dazu dienen, die Breimenge an einer einfach rotirenden Bewegung zu verhindern, in die sie das Rührwerk *gg* zu versetzen strebt. — Dieses Rührwerk *gg* ist an der Achse *x* befestigt, welche durch die conischen Räder *i* und *k* in Bewegung gesetzt wird und dabei zugleich das Bürstenwerk *hh* mit herum führt, welches die Sieböffnungen stets offen zu halten bestimmt ist, um den ungehinderten Durchgang von Wasser und Luft zu gestatten. Ein ähnliches Bürstenwerk wird von derselben Welle *x* zugleich über den unteren Siebboden *cc* zu demselben Zwecke bewegt.

Die terrassenförmige Aufstellung der einzelnen Gefässe ergiebt sich aus Fig. 67, welche die Seitenansicht des ganzen Apparates darstellt. Daraus erhellt auf den ersten Blick, dass der Saft jedes höher stehenden Gefässes durch das Steigrohr *n* in das zunächst (4″ bis 5″) tiefer stehende ohne mechanische Beihülfe fliesst. Nur aus dem letzten oder untersten Gefässe gelangt die Flüssigkeit durch das Rohr *t*, Fig. 68, in ein Reservoir *u*, woraus sie mittelst einer Pumpe *v* in das höher stehende Gefäss *w* gehoben wird. Diese Pumpe *v* ist demnach das Bindeglied für die beiden entgegengesetzten Enden der Gefässreihe. Die Bewegung des Rührwerkes aller Gefässe wird durch die beiden Hauptwellen *yy* vermittelt, deren Riemenscheibe *L* durch die Dampfmaschine in Bewegung gesetzt wird. Das Rührwerk jedes einzelnen Gefässes kann natürlich durch die sogenannten Ausrücker *l* ausser Thätigkeit gesetzt werden, um bei vollem Betriebe der übrigen das Reinigen einiger Gefässe gefahrlos besorgen zu können. Das Wasserrohr *pp* führt Wasser über den ganzen Apparat hin, um jedes Gefäss durch einen Hahn mit Wasser versehen zu können.

Vor der Gefässreihe entlang laufen zwei Rinnen *r* und *s*, Fig. 67,

Fig. 67.



r nimmt den wirklich erzielten Saft auf und leitet ihn behufs der Controle erst in ein Messgefässs, aus dem er dann in die Scheidepfanne abgelassen wird; *s* nimmt das von dem erschöpften Brei abgelassene Wasser auf und leitet es zu den übrigen Abzugswässern der Fabrik.

Die Grösse (der cubische Inhalt) der Apparate richtet sich selbstverständlich nach der Grösse des täglichen Arbeitsquantums einer Fabrik. In Halle z. B. hat jedes der zwölf Gefässe 4′ lichte Weite und 3′ $3^1/_2$″ Höhe, der den Brei aufnehmende Raum zwischen dem obern und untern Siebboden ist 2′ hoch. Die Leistung des Apparates ist 1600 Rüben pro Tag. Die Dimensionen des Stassfurther Apparates folgen weiter unten ebenfalls.

Fig. 68.



Anstatt dieser terrassenförmigen Aufstellung der Gefässe sind dieselben aus Mangel an passendem Raum in Stassfurth in einer Ebene aufgestellt und das Ueberfliessen der Säfte von einem Gefässe zum andern dabei durch Centrifugalpumpen vermittelt. Hier hat mithin eine complicirte Vorrichtung die Einfachheit verdrängt, die bei jeder Maschine namentlich aber in der Rübenzuckerfabrication und ganz besonders bei der Saftgewinnung so sehr erwünscht ist. Wenn in dem betreffenden Falle aus der Noth eine Tugend hat gemacht werden müssen, um für die Maceration Platz zur Aufstellung zu gewinnen, so ist dieser Nothbehelf jedoch keineswegs als eine Verbesserung zu betrachten, die etwa Nachahmung verdiente.

Eine andre Vorrichtung bei demselben Apparate scheint mir jedoch für grössere Anlagen vielleicht weitere Verbreitung zu verdienen. Es ist nämlich ein doppeltes Rührwerk angebracht, welches die grosse Quantität Brei gehörig in Bewegung zu halten geeignet ist.

Die Dimensionen der Gefässe dieses Apparates sind oben 4′ 11″ lichten Durchmessers und unten 4′ 9″ inneren Diameters bei einer Höhe von 2′ 9″. Das Messingdrahtsieb im Gefäss liegt 1,5″ vom Boden entfernt und oben bleibt 7,5″ Steigraum. Der mittlere Durchmesser ist 58″, die mittlere Kreisfläche daher 2642 □″, die Füllhöhe beträgt 25,5″, nämlich 24″ Raum zwischen den beiden Siebböden + 1,5″ Abstand des unteren Siebes vom Boden. Aus den angegebenen Dimensionen berechnet sich für die ganze Füllung ein Raum von (2642″ × 25,5″) = 67,371 Cbkzoll oder 39 Cbkfuss, welcher (39 . 61,7) = 2412 Pfd. Wasser fasst, da 1 Cbkf. Wasser 61,7 Pfd. wiegt. In ein solches Gefäss wird nun der Brei von 830 Pfd. Rüben (die mit 10% Wasserzulauf zerrieben werden und so 913 Pfd. ausmachen) gegeben, es ist demnach in jedem Gefässe zu Anfang

2412 Pfd. Inhalt in Summa, wovon
830 Pfd. Rübenbrei sind, mithin
1582 Pfd. Wasser.

Der Brei ist in jedem Gefässe also nahezu mit dem zweifachen Gewichte Wasser in Berührung und nicht mit dem gleichen Gewichte, wie wir in obiger Berechnung annahmen. Vertheilt sind diese 830 Pfd. Rübenbrei in einem Raume von (2642 □″ × 24) = 63408 C.″, jedes Pfund Brei hat mithin 76 C.″ Ausdehnung im Wasser.

Die Arbeit mit dem Apparate ist nun höchst einfach. Jedes zu füllende Gefäss erhält zuerst etwas Saft (nur beim ersten Anfange Wasser), dann die bestimmte Menge Brei nach dem Volumen, sei es nun mittelst herbeigetragener Eimer oder mittelst einer oben auf Rollen laufenden Breikutsche. Während des Einschüttens ist eine unausgesetzte Thätigkeit des Rührwerks erforderlich, denn der schwere Rübenbrei sinkt im Wasser unter, legt sich auf den Siebboden und würde die Oeffnungen desselben bald verstopfen, wenn er nicht durch Bürsten von Maisstroh oder Piassavafasern beständig abgefegt würde. Der Gang des Rührwerks muss vor Allem aufmerksam regulirt werden bei diesem Verfahren; denn eine zu rasche Bewegung desselben würde heftige Schaumbildung veranlassen, eine zu langsame dagegen das Auslaugen verzögern und die Leistungsfähigkeit des Apparates in jeder Beziehung beeinträchtigen. Eine Drehungsgeschwindig-

keit von 20 bis 24 Touren pro Minute scheint die angemessenste zu sein und die besten Resultate in der Praxis zu liefern. Später, wenn der Rübensaft grösstentheils ausgelaugt ist, dürfte die Rührvorrichtung unnütz sein, da die Rübenfaser, specifisch leichter als Wasser, schwimmt und keine Tendenz mehr hat, das Sieb zu verstopfen. Es gehen aber leider immer noch viel Rübenfasern mit durch die Siebe, was dann viel Schlamm bei der Scheidung verursacht, der dort nur schwer und unangenehm zu bewältigen ist. Man lässt daher den Saft jetzt über ein anderes Gefäss fliessen, ehe er in den Messkasten kommt, damit das Sieb, das quasi als Vorfilter dient, dort einen Theil der mitgerissenen Faser festhält. Es scheint ausserdem gerathen, den Rübenbrei nicht gar zu fein, sondern ihn lieber fadenartig zu machen. Freilich vermindert sich mit der Grobheit der Faser die Sicherheit des Zuckergewinnes, und die richtige Mitte zu halten erfordert Uebung.

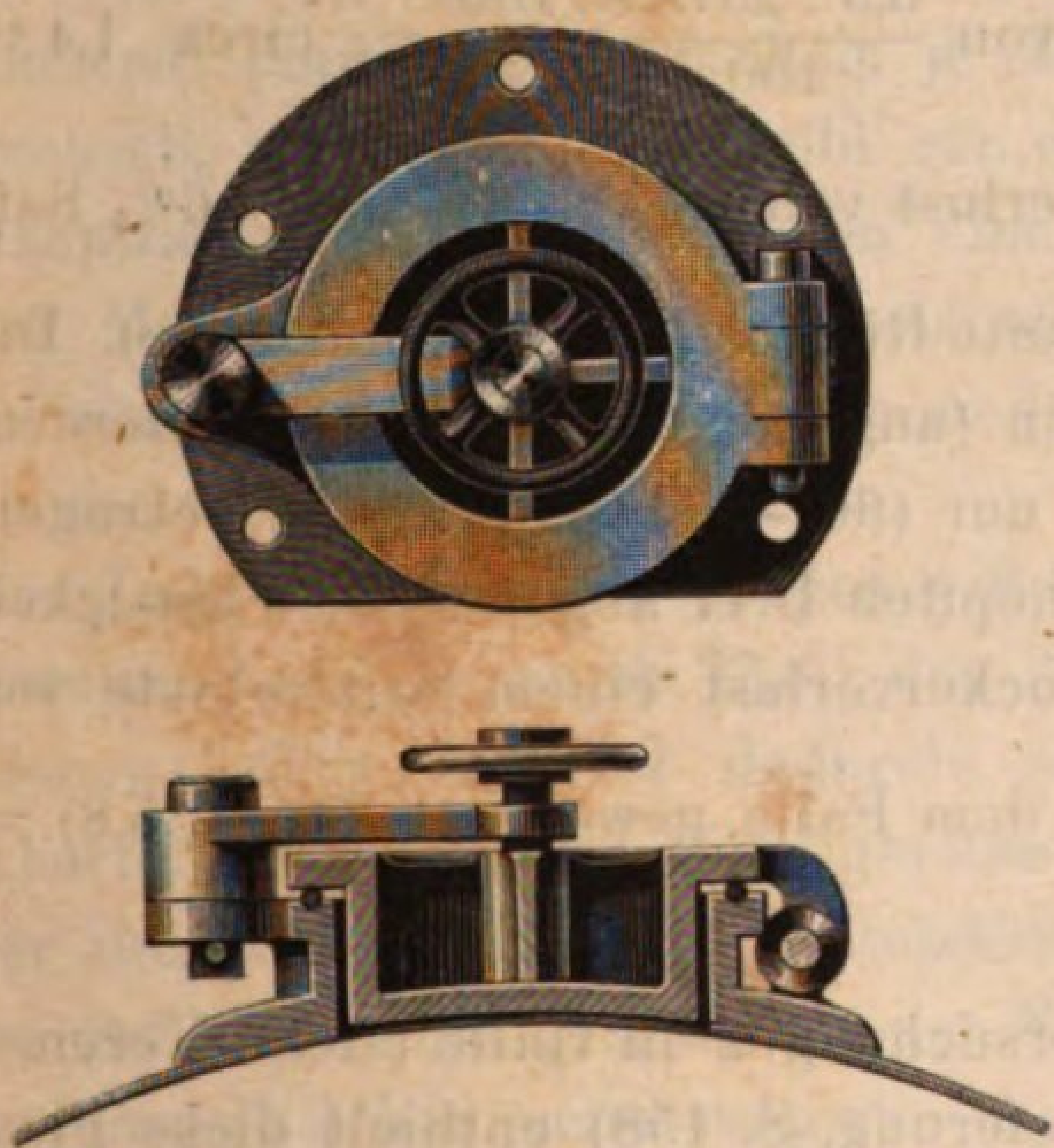
Nachdem nun ein Gefäss mit neuem Breie gefüllt ist, werden die Hähne der Verbindungsröhren so regulirt, dass von einem Gefässe zum andern ein möglichst gleichmässiger Ab- und Zufluss stattfindet. Von dem Wasser geht der Turnus des Uebersteigens und Verdrängens aus. In demselben Maasse, wie man es auf den Inhalt des ersten Gefässes strömen lässt, steigt dessen verdünnter Saft über auf das zweite Gefäss und verdrängt dessen concentrirteren Saft; dieser verdrängt wieder den noch concentrirteren des dritten Gefässes, welcher den Saft des vierten verdrängt u. s. w., bis das Wasser 8 oder 10 Gefässe mit Rübenbrei passirt hat. Um das Vermischen der Säfte bei dieser Circulation zu vermeiden, thut man wohl, das Niveau der Flüssigkeit in jedem Gefässe etwa $\frac{1}{2}''$ über dem oberen Siebboden zu halten, damit letzterer bei dem Verdrängungsprocesse eine Scheidewand bilde zwischen dem unteren schwereren und dem oben auffliessenden leichteren Safte.

Der möglichst concentrirte Saft läuft von dem letzten Gefässe des Turnus ab nach dem Messgefässe, wo man 120 bis 130 Pfd. Saft (pro 100 Rüben) abzieht, dann aber den Hahn *m*, Fig. 66, des Macerationsgefässes schliesst und dessen übrigen Saftinhalt in das folgende Gefäss treten lässt, wo er mit frischem Rübenbrei in Berührung an Dichtigkeit wieder zunimmt und wiederum so viel concentrirten Saft in die Scheidepfanne abgiebt.

Sobald man am Ende der Reihe ein neues Gefäss „anlässt“ d. h. mit frischem Brei füllt, wird zu Anfang der Reihe ein Gefäss „abge-

stellt", d. h. man lässt den flüssigen Inhalt des Gefässes wegfliessen und entfernt die erschöpfte Rübenfaser durch eine Seitenthür, deren Einrichtung Fig. 69 versinnlicht. Ein solcher Verschluss hat viel Aehnlichkeit mit den Mannlöchern der Filter; oft benutzt man auch statt desselben einen mit Gummi verdichteten Schieber. — Da immer 10 Gefässe im Gange sind und stets nach 4 bis 4,5 Minuten ein neues Gefäss gefüllt (und abgelassen) wird, so dauert die Operation der Saftgewinnung (4 . 10 =) 40 bis 45 Minuten. Die Leistung eines solchen Apparates ist daher 14 bis 15 Operationen pro Stunde oder höchstens (15 . 830 =) 124 Ctr. Rübe; pro Tag daher (124 . 22 =) 2730 Ctr. Rüben, bis jetzt das grösste Verarbeitungsquantum eines Macerations-Apparates.

Fig. 69.



Die Controle der wirklichen Erschöpfung des Rübenbreies wird praktisch geführt durch Polarisation des aus den abgestellten Gefässen abgelassenen Wassers.

Wenn dieses Wasser wirklich gar keinen Zucker enthielte, so liesse sich wohl eine annähernd vollkommene Erschöpfung an Zucker annehmen, vorausgesetzt, dass der gesammte Inhalt der unaufgeschlossenen Zellen wirklich von allen Wasseraufgüssen gleichmässig mit ausgezogen ist. Leider besitzen wir nicht die Gewissheit, dass sämmtliche Zellchen der Rübe bei diesem Verfahren vollständig endosmotisch durchdrungen sind, und es bleibt daher sehr problematisch, ob wir allen Zucker aus den Rüben erhalten haben, selbst wenn die abfliessenden Flüssigkeiten keinen Zucker mehr enthielten, was in der That doch der Fall ist. Dass selbst die gepressten Rückstände der Maceration noch gähren, dürfte Zucker darin nachweisen; dass aber mit dem abgelassenen Wasser, selbst wenn dasselbe nur ganz schwach zuckerhaltig ist, viel Zucker verloren gehen muss, berechnet sich leicht aus dessen grosser Menge. Folgendes Beispiel wird die Grösse des Verlustes erkennen lassen.

Das Gewicht der ganzen Füllung eines Gefässes, d. h. Wasser + Brei, haben wir oben angenommen zu 2412 Pfd. Diese 2412 Pfd. müssen bestehen aus $\frac{4 \cdot 830}{100} = 33{,}2$ Pfd. Faserstoff und aus (2412 — 33,2) = 2378,8 Pfd. Flüssigkeit. Polarisirt nun diese nach 8 bis 10maliger Breierschöpfung abzulassende Flüssigkeit 0,5%, so berechnet sich daraus ein Verlust von $\frac{0{,}5 \cdot 2378{,}8 \cdot 100}{100 \cdot 830} =$ circa 1,4% Zucker auf 100 Rübe, oder ein Verlust von $\frac{100 \times 1{,}4}{12} = 11{,}6\%$ Saft auf 100 Rübe, (wenn der unverdünnte Rübensaft 12% polarisirte). Die wirkliche Saftausbeute hätte mithin (angenommen, es wäre ausserdem gar kein Saft verloren gegangen) nur (96 — 11,6) = 84,4% betragen.

Polarisirte die von dem erschöpften Brei abgelassene Flüssigkeit nur $\frac{1}{4}\%$, so entspräche dieser Zuckerverlust einem Saftverluste von $\frac{11{,}6}{2} = 5{,}8\%$, und es wären in dem Falle gewonnen (96 — 5,8) = 90,2% Saft.

Nach Adolph Frank's Untersuchungen in Halle (siehe Vereinsschrift für Rübenindustrie, 80. Lieferung, S. 158) enthielt diese Flüssigkeit 0,3% Zucker, so dass sich der Zuckerverlust auf 0,8781% Zucker pro 100 Rüben belief, und da die verarbeiteten Rüben 11,064% Zucker überhaupt enthielten in 95,5% Saft, so ist nach der Proportion 11,064 : 95,5 = 0,8781 : x, x = 7,5% Saft verloren gegangen, gewonnen mithin (95,5 — 7,5 =) 88% Saft in der wirklichen Fabrication zu Halle. Wenn wir nun 89% Saft als durchschnittlichen Saftgewinn hier annehmen, so ist das sicher ein sehr günstiges Resultat und wird sich praktisch nicht immer realisiren lassen!

Eine absolut reine Ausmaceration des Rübenbreies, eine Gewinnung des ganzen Zuckergehaltes wird wohl in der Praxis nie erzielt. Die Praktiker liessen sich gewöhnlich täuschen durch das Viertel Procent Zucker, das fortging, und was nach ihrer Meinung sehr wenig war, weil sie nicht bedachten, dass auf je 830 Pfd. Rübenbrei 2378,8 Pfd. einer $\frac{1}{4}$ procentigen Flüssigkeit weggegossen werden, auf je 100 Rübe also, wie obige Rechnung ergiebt, $\frac{1{,}4}{2} = \frac{7}{10}$ Pfd. Zucker rein mit dem Spülwasser wegfliesst. Daher zeigt sich denn auch, wie Siemens (Wochenblatt für Land- und Forstwirthschaft, 1854, Nr. 14) sagt, „die Mehrausbeute an Zuckermasse nicht ent-

sprechend der vollständigeren Saftgewinnung aus den Rückständen!" — Dergleichen Differenzen zwischen dem berechneten und dem wirklichen Ertrage entstehen gewöhnlich aus unrichtigen Polarisationen der Macerationsrückstände, welche fast immer (grade wie die Press- und Schleuderrückstände) mehr Zucker enthalten, als der Versuch ergiebt.

Bei der Möglichkeit eines so grossen Verlustes in den Abgangswässern, deren Beschaffenheit je nach Accuratesse der Arbeit sehr wechselt, versteht es sich wohl von selbst, dass zuverlässige Arbeiter Hauptbedingung zum Gelingen einer vortheilhaften Maceration sind. Der Macerationsapparat als solcher bietet bei nicht ganz sicheren Arbeitern nicht mehr Garantie und Sicherheit des Erfolges als combinirte Pressarbeit.

Zwar ist versucht worden, die abfliessenden Wasser wieder zu benutzen und so einen Theil des darin enthaltenen Zuckers zu gewinnen; aber es wird dadurch gewiss nicht die Reinlichkeit und scharfe Trennung der Flüssigkeiten, die bei jeder Maceration eine der Hauptbedingungen ist, unterstützt und es bleibt sehr fraglich, ob der Schaden nicht grösser als der Nutzen, namentlich da dies Wasser gewöhnlich schon sauer reagirt.

Dass mit Schützenbach's Maceration mehr Zucker zu erzielen ist, als bei einmaligem Pressen, unterliegt keinem Zweifel, aber der Mehrgewinn beträgt nur circa 0,6% Füllmasse, was höchstens 5% (4,1%) Saftgewinn gleichgeschätzt werden kann, und da gute Pressen 84% Saft geben, so giebt Schützenbach's Maceration circa (84 + 5 =) 89% Saft, was ich glaube als ein gutes Mittelergebniss annehmen zu dürfen.

Die Reinlichkeit des Verfahrens, bei welchem der Saft nicht mit Presstüchern oder einer die Gährung befördernden Substanz in Berührung kommt, muss immer hoch angeschlagen werden, und das Wechseln der Siebe an jedem zweiten Tage und Ersetzen durch reine, wobei die Gefässe zugleich gründlich gereinigt werden, bietet jede erwünschte Garantie in dieser Beziehung. Aber überblicken wir die Statistik der Zuckerfabriken, so finden wir, dass das Macerationsverfahren im Allgemeinen doch nicht sehr verbreitet ist. Das Verfahren hat das Eigenthümliche, in Folge der dabei unvermeidlichen Verdünnung des Saftes, bei Rüben guter Qualität vortheilbringender zu sein, als bei mindergrädigen Säften, deshalb scheint auch in Frankreich, das im Allgemeinen minder zuckerhaltige Rüben erzeugt

als Deutschland, die Maceration wenig beliebt zu sein. Dazu kommt, dass bei schlechten Rüben der Brei oft eine gallertartige Beschaffenheit annimmt (wie auch bei solchen Rüben die Presstücher bald schlüpfrig werden), welche die Gewinnung des Saftes zu erschweren scheint, und die Folge davon ist, dass der Apparat in einem guten Rübenjahre oft sehr gute Resultate liefert, während sich bei schlechten Rüben andrer Jahrgänge allerhand Uebelstände einfinden.

Es haben auch eine Menge Kleinigkeiten auf den guten Gang desselben Bezug, als z. B. Schiefstehen der Gefässe, Nichtschliessen der Siebe auf ihren Unterlagen, zu feiner oder zu grober Rübenbrei, ein zu rasches oder zu langsames Arbeiten der Rührvorrichtung etc. Ein zu frühes Ablassen der Flüssigkeit von dem erschöpften Breie kann, wie schon gesagt, die Sicherheit des Gelingens beeinträchtigen, welche die erste Bedingung einer Fabrication sein muss. Die dem Safte beigemischte Wassermenge ist ferner nicht unbeträchtlich, sie beträgt 30 bis 40%, im Mittel 35% der Rübe, und erlaubt daher die Anlage nur da, wo billiger Brennstoff vorhanden ist.

Die Menge des erforderlichen Wassers ist enorm, man kann sie, wenn man die Reinigung der Gefässe mit in Anschlag bringt, auf das 3- bis 4fache Gewicht der Rüben veranschlagen. Bei rationellem Verfahren müsste sich das zu verwendende Wasserquantum, ebenso die übrigen Momente der Arbeit, möglichst nach dem jedesmaligem Zuckergehalte der zu macerirenden Rüben richten. Es möchte z. B. sehr gerathen erscheinen, bei Rübenbrei mit 17grädigem Safte mehr Wasser, einen der Gefässzahl nach grösseren Turnus oder doch längere Macerationsdauer in jedem Gefässe anzuwenden, als bei Brei mit nur 12grädigem Safte. Thut man dies nicht, arbeitet man ohne Rücksicht auf solche Differenzen in der Beschaffenheit der Rüben immer auf gleiche Weise und mit gleichem Wasseraufwande, so werden bei sehr zuckerhaltigen Rüben Verluste unvermeidlich sein, man müsste sonst ein für die zuckerreichsten Säfte genügendes Maximum von Wasser und Macerationsdauer ein für alle Mal anwenden, wodurch andererseits wieder schwach zuckerhaltige Säfte unnöthig verdünnt würden.

Die Schaumbildung ist bei der Maceration viel bedeutender als bei dem Pressverfahren, wodurch die Operation des Scheidens sehr belästigt, die Arbeit des Schlammpressens vermehrt und auch oft Saftverlust herbeigeführt wird.

Das Nachpressen der Träber, welches zum Behufe des Aufbe-

wahrens derselben nöthig ist, macht nicht viel Arbeit, denn es genügt zu 1000 Ctr. täglich eine grosse Presse mit verbesserter im Früheren angegebener Einrichtung. Man bedarf dazu 2 Arbeiter und zu dem Apparate circa 10 bis 12, man braucht nämlich wegen der Vermehrung des Schlammes wenigstens einen Mann auch in jener Station mehr. Die Arbeiterzahl in Summa wollen wir daher zu 12 annehmen.

Die Anlage ist gering, für 1000 Ctr. täglich z. B.

Eine Reibe	1200	Thlr.
Macerationsapparat mit allem Zubehör .	4000	„
Eine grosse Presse	1610	„
Eine Betriebsmaschine, 8 Pferde . . .	1400	„
Summa	8210	Thlr.

Daher stellen sich die Kosten der Saftgewinnung:

a.	120000 Ctr. Rüben à $1/3$ Thlr.	40000	Thlr.
b.	Heranführen und Reinigen wie früher	1120	„
c.	Zinsen und Amortisation der Anlage zu 10% .	821	„
d.	Reparaturen, Siebe, Bürsten etc.	800	„
e.	Arbeitslöhne von 12 Arbeitern pro Schicht oder 24 Arbeitern pro Tag $\times$ 120 = 2880 Arbeitstage à $1/3$ Thlr.	960	„
f.	Tücherwaschen etc.	100	„
g.	Brennstoffaufwand zum Maschinenbetriebe (8 . 22 . 100 =) 1760 Pfd. engl. Steinkohlen; in 120 Tagen 2112 Ctr. Kohlen à $1/2$ Thlr. . .	1056	„
h.	35% Wasser oder 42000 Wasser zu verdampfen*), à 5 Pfd. Wasser pro 1 Pfd. Kohlen = 8400 Ctr. Kohlen à $1/2$ Thlr.	4200	„
	Summa	49057	Thlr.

Dafür werden erhalten 89% = 106800 Ctr. Saft; jeder Centner desselben kostet mithin 13,8 Sgr. oder 13 Sgr. 10,3 Pf.

*) Die Mehrkosten für grössere Verdampfapparate, welche durch die zu verdampfende grössere Wassermenge nöthig werden, sind in der Anlage nicht mit berücksichtigt.

Vergleichung der gebräuchlichsten Methoden der Saftgewinnung.

Von den drei beschriebenen Saftgewinnungsmethoden lässt sich nun deshalb keine als die in allen Fällen zweckmässigste, als eine Mustermethode den anderen gegenüber aufstellen, weil die örtlichen Verhältnisse, welche bei dieser Zweckmässigkeitsfrage die allein entscheidende Antwort zu geben haben, so ausserordentlich ungleich sind. Es muss jedem Fabricanten überlassen bleiben, aus den gegebenen Bedingungen seiner besonderen Lage sich ein Urtheil darüber zu bilden, mit welchem Verfahren er am vortheilhaftesten arbeiten wird.

Mit gutem Grunde hat das Pressverfahren bis auf den heutigen Tag immer noch das bei Weitem grösste Vertrauen, denn keiner der übrigen Saftgewinnungsapparate arbeitet so unabhängig von der Handfertigkeit und dem guten Willen des Arbeiters, ferner so einfach und dabei so sicher, wie die Presse. Maschinelle Einfachheit ist dem Fabricanten immer erwünscht, vorzüglich dort, wo er nicht über einen fest angelernten Arbeiterstamm zu verfügen hat. Zwar erfordert die Beschickung der Pressen, wie wir gesehen haben, weit mehr Handarbeit als die der Centrifugen und Macerationsgefässe, aber diese Handarbeit ist so mechanischer Art und so leicht in ihrem ganzen Verlaufe zu controliren, dass man selbst ganz ungeübte Arbeiter in den ersten Arbeitsschichten der Campagne eingeschult haben kann und dann die Hauptaction getrost der Wirkung des die Presse treibenden Pumpwerks und der Aufsicht des „Pressmeisters“ überlassen darf.

Ganz anders bei den Centrifugen. Hier ist jede Maschine ganz in die Hand des einzelnen Arbeiters gegeben und von seiner speciellen Behandlung hängt grösstentheils ihre Leistung ab. Das Einschulen der Arbeiter ist schwieriger, dauert länger und gewährt doch am Ende keine vollständige Garantie, denn der Aufseher ist nicht im Stande, jederzeit die Hauptmomente der Arbeit im Auge zu haben: ob die Centrifuge zur rechten Zeit an- und abgestellt, der richtige

Zeitpunkt des Deckens und die vorgeschriebene Art desselben genau innegehalten wird, ob die Centrifuge die bestimmte Anzahl Umgänge macht, das Deckrohr nicht verstopft ist u. s. w. Freilich lässt sich nach dem Aussehen der Träber unmittelbar beurtheilen, ob gut oder schlecht geschleudert ist, aber diese Controle ist, wie die Erfahrung gelehrt hat, oft trügerisch, abgesehen davon, dass sie immer erst nach geschehener Schleuderung eintreten kann. Mit der stabilen und soliden Presse verglichen ist die Centrifuge immer eine subtile, empfindliche Maschine, die einer beständigen sorgfältigen Wartung nicht wohl entbehren kann; sie hat aber wenigstens den grossen Vortheil mit der Presse gemein, dass sie, wie letztere, einzeln und unabhängig von allen anderen Centrifugen für sich arbeitet, und dadurch unterscheidet sich ihr Betrieb wesentlich von der Maceration, bei welcher sämmtliche Einzelapparate einen zusammenhängenden Mechanismus bilden. Der Nachtheil eines solchen Ineinandergreifens der Gefässe liegt auf der Hand, denn wie leicht erleidet durch Arbeitsunfähigkeit dieses oder jenes Gliedes der Kette der ganze Organismus Hemmung oder doch wenigstens momentane Unterbrechung! Wie theuer aber Betriebsstörungen sind, wie sehr durch öfteres, wenn auch nur kurzes Pausiren in der Arbeit Laune und Thätigkeitstrieb der Arbeiter herabgestimmt werden, weiss jeder Praktiker. Schon deshalb allein verbietet sich die Maceration entschieden für solche Gegenden, die wegen zu fern liegender Maschinenfabriken nicht in der Lage sind, Reparaturen sofort zu besorgen. Dass die Maceration in demselben Grade wie das Schleudern, ja fast noch mehr Umsicht und Gewissenhaftigkeit von Seiten des Arbeiters als Hauptbedingung ihres Gelingens voraussetzt, braucht wohl nicht weiter bewiesen zu werden.

Soviel über die maschinelle Verschiedenheit unserer drei Methoden. Ein zweiter Vortheil des Pressverfahrens den beiden andern Methoden gegenüber ist unstreitig der Mindergehalt des mit Pressen gewonnenen Saftes an Wasser, oder der Mindergebrauch an Brennstoff für dessen Verdampfung. Ist auch die Differenz zwischen dem Wassergehalte des Presssaftes und dem des Schleuder- und Macerationssaftes in neuester Zeit, wo man beim Pressverfahren sehr oft 35 bis 40% Wasser auf die Reibe laufen lässt, lange nicht mehr so bedeutend wie früher, so bleibt doch immer noch ein Unterschied von einigen Graden Beaumé, die der Presssaft schwerer wiegt, und daraus berechnet sich schon eine nicht unerhebliche Brennstoffersparniss.

Ueber Anlage, Kosten des Betriebes, verwendete Menge Arbeiter, Maschinenkraft und Wasser dürfte folgende berechnende Zusammenstellung der besprochenen Saftgewinnungsmethoden einen ungefähren Ueberblick gewähren.

Es ist hierbei in Betracht gezogen eine tägliche Leistung von 1000 Ctr. Rüben, das beträgt für eine Campagne von 120 Tagen in Summa 120000 Ctr. Rüben. — Arbeiter und Brennstoff sind zu festen Preisen veranschlagt. Die Steuer ist, da sie in vielen Ländern verschieden, nicht mit berücksichtigt.

Demnach dient diese Zusammenstellung höchstens zu einem Vergleiche der verschiedenen Saftgewinnungsmethoden unter einander.

Bei der Saftgewinnung v. 120000 Ctr. Rüben in 120 Arbeitstagen sind erforderlich:	An Arbeitern			An Brennstoff		Anlage Summa	Reparatur pro Anno	Procentischer Saftgewinn	Selbstkosten von 1 Centner Saft ursprünglicher Dichte		Wassermenge im Safte
	zum Herführen und Reinigen der Rüben in Summa Arbeitsschichten	zur Station der Saftgewinnung selbst, d. h. von Reibe bis Scheidung		zum Maschinenbetriebe	zur Verdampfung des miterhaltenen Wassers						
		per 1 Schicht	in Summa Arbeitsschichten	Centner englischer Steinkohle		Thlr.	Thlr.	Proc.	Sgr.	Pf.	Proc.
Gewöhnliches einfaches Pressen . .	3360	28	6720*	2376	—	9240	2550	80	14	11,28	0
Pressen m. Nachreiben	3360	35	8400*	2904	4800	10640	2600	87	14	10	20
Pressen mit mechanischer Vorrichtung, wie sie 1862 in den Smelaer Fabriken eingeführt wurden	3360	14	3360*	2376	—	7900	2550	80	14	6,48	0
Schleudern	3360	10	2400	4752	7200	11050	1000	88	14	2,46	30
Schützenbach's Maceration	3360	12	2880	2112	8400	8210	800	89	13	10,3	35
Eine neue Combination des Pressverfahrens mit mechanischer Vorrichtung u. einem neuen Apparate (der dem Verfasser in allen Ländern patentirt ist)	3360	20	4800*	2604	2500	Mehraulage als Pressen 4000	1900	89	13**)	7	8 bis 12

*) Ohne Tücherwaschen. — **) Das Verfahren giebt bis 94 Proc. Saft, bei 93,3 Proc. stellt sich 1 Centner Saft nur auf 13 Sgr. Selbstkosten, ich habe in Obigem das Minimum des Ertrages angenommen.

Die letzte Rubrik bildet ein im Früheren nicht erwähntes mit Pressen combinirtes Verfahren, welches sich empfiehlt durch folgende Vortheile:

1) Erhält man nach diesem Verfahren den Saft am allerbilligsten.

2) Bedarf die Fabrik keiner neuen Pressen, sondern kann ihre einmal im Gebrauch befindlichen benutzen und für die angegebene Grösse mit einem Opfer von nur 3000 Thlr. Anlage sich mehr Vortheile sichern, als irgend eine andere Methode darbietet.

3) Erhält man zur Scheidung nur 12 bis 15% Wasser mit dem Safte gemischt, also bedeutend weniger als bei irgend einem früher bekannten Verfahren.

4) Gewährt dieses Verfahren die grösste Sicherheit des Erfolges; man erzielt damit selbst bei ganz ungeübten Arbeitskräften einen wenigstens ebenso grossen Saftertrag, als mit irgend einem anderen Verfahren — worüber ich mich dem Urtheile Sachverständiger unterwerfe.

5) Von Schaum auf dem Safte oder mehr Schlamm in der Scheidung ist dabei keine Rede.

6) Die Futterrückstände sind so brauchbar für das Vieh, wie sie bei einem geringeren Zuckergehalte nur immer sein können.

Da die Patentgesetze der Art sind, dass sie das geistige Eigenthum nicht vollständig schützen, wenn es offen dargelegt würde; so ziehe ich es vor, denjenigen Fabricanten, die sich dafür interessiren, dann nähere Auskunft zu geben, wenn sie mich darum ersuchen. Gegen einen Theil des dadurch mehr erzielten Ertrages, oder eine kleine Prämie, bin ich bereit, dasselbe zu überlassen und für den Erfolg zu garantiren.

Den **relativen Werth der Saftgewinnungsmethoden** bestimmt man in der Praxis auf zweifache Weise:

1) Indirect, wenn man ermittelt, wie viel von dem in 100 Gewichtstheilen Rübe enthaltenen ursprünglichen Safte in den Träbern zurückbleibt, also nicht gewonnen wird. Aus den drei Daten: Polarisation des unverdünnten Saftes, Gewicht der von 100 Gewichtstheilen Rübe restirenden Träber und Polarisation letzterer ergiebt sich das fragliche Saftquantum mittelst einfacher Proportionsrechnung, z. B.

Der unverdünnte Saft der Rüben polarisirt 12%,
Von 100 Gewichtstheilen Rübe restiren 18 Gewichtstheile Pressrückstand,
Den Pressrückstand fand man durch Polarisation zu 5% Zucker,

Es müssen also $\frac{5 \cdot 18 \cdot 100}{100 \cdot 12}$ $= 7\frac{1}{2}\%$ ursprünglicher Saft im Pressel zurückgeblieben sein.

Durch Polarisation wird gewöhnlich der Zuckergehalt der Träber geringer gefunden, als er wirklich ist; Grund davon ist die Nicht- oder doch nur unvollständige Berücksichtigung des in unaufgeschlossenen Zellen befindlichen schwer extrahirbaren Saftes. Aus einem zu geringen Zuckergehalte berechnet sich dann auch ein zu geringer Saftgehalt der Träber — diesen fast unvermeidlichen Uebelstand hat obige Bestimmungsmethode gegen sich.

Ferner ist zu berücksichtigen, dass man aus dem so gefundenen Saftgehalte der Träber durchaus nicht unmittelbar auf die wirkliche Saftausbeute schliessen, also bei obigem Beispiele nicht sagen darf: $7\frac{1}{2}\%$ Saft sind nicht gewonnen, folglich müssen $(96 - 7\frac{1}{2}\%) = 88\frac{1}{2}\%$ Saft factisch gewonnen sein! Ausser dem Saftverluste im Rückstande geht ja auch in den Presstüchern, überhaupt bei der Handhabung des Breies, sei es nun in Centrifugen oder Pressen, Saft verloren, dessen Menge oft nicht unbedeutend ist und jedenfalls, da er auch bei sorgfältigster Arbeit nicht ganz vermieden werden kann, bei Berechnungen des Saftertrages mit berücksichtigt werden muss, nie bestimmt zu ermitteln ist. Achard sagt 1812 in seinem „Protocolle einer amtlichen Untersuchung" über Pressresultate, er habe von 100 Pfd. Rübenbrei

63,6% Saft, und
34,3% Pressrückstand, folglich im Ganzen
97,9% Substanz

erhalten, es müssten mithin 2,1% Substanz, theils Saft, theils Brei verloren gegangen sein.

Auch Dr. Krause erwähnt eines Verlustes beim Pressen in seiner „Darstellung der Fabrication des Zuckers aus Runkelrüben," Wien 1834, S. 124. Blanquet in Frankreich habe nämlich von 800 Pfd. Rüben (deren Gewicht nach dem Zerreiben = 808 Pfd. betragen)

583 Pfd. Saft und
209 Pfd. Rückstand, mithin im Ganzen
792 Pfd. Substanz

erhalten, also 8 Pfd. oder 1% Verlust erlitten.

Beide Schrifsteller sind durchaus zuverlässig. Ich (Walkhoff) erhielt bei meinen Versuchen mit 1260 Pfd. Brei Verluste, die zwischen 0,5 bis 4% schwankten.

2) Direct, indem man ermittelt, wie viel ursprünglicher Saft aus 100 Gewichtstheilen Rüben wirklich gewonnen wird. Diese Ermittlung geschieht entweder im Kleinen mittelst einzelner genau angestellter Pressungen resp. Schleuderungen, deren Saftausbeute gewogen wird, oder im Grossen nach Maassgabe des gewonnenen Scheidesaftes. Versuche im Kleinen lassen sich genauer ausführen und gewähren vor Allem den grossen Vortheil, dass man den Durchschnittsgehalt des Saftes der verarbeiteten Rüben an Zucker oder fester Substanz vorher mit Sicherheit bestimmen kann, aber Versuche im Grossen berücksichtigen dafür alle Eventualitäten des wirklichen Betriebes. Hier ein Beispiel aus der grossen Praxis: In 24 Stunden wurden bei einmaliger Pressung mittelst grosser Pressen ($13^3/_4''$ Stempeldurchmesser, 25″ im Quadrat Packfläche, 56″ Packhöhe) bei sehr dünnen Kuchen (circa 90 bis 96 pro Presse) und über 40% Wasserzulauf auf die Reibe genau 1000 Ctr. Rüben verarbeitet. Diese gaben in circa $41^1/_4$ Scheidungen in Summa $1898^2/_3$ rheinl. Cbkf. Saft von 14° R. und durchschnittlich 10% Balling (bei 14° R. gewogen) = 1,0401 specifischem Gewichte. Da 1 rheinl. Cbkf. Wasser 61,7 Zollpfund wiegt, so mussten obige $1898^2/_3$ Cbkf. Saft (1898,7 × 61,7 × 1,0401) = 121847 Zollpfund wiegen. Der unverdünnte Saft zeigte durchschnittlich 14% Balling (Mittel aus vielen Wägungen bei 14° R.), mithin berechnet sich aus dem Gesammtgewichte des verdünnten Saftes ein Gehalt desselben von $\frac{121847 \cdot 10}{14} = 87033$ Zollpfunden ursprünglichen Saftes; das macht auf 1000 Ctr. Rüben $870^1/_3$ Ctr. Saftausbeute oder fast genau 87% des verarbeiteten Rübenquantums*).

*) Der Versuch wurde von mir angestellt in einer Fabrik des Herzogthums Braunschweig. Bezüglich der Arbeitsdetails bemerke ich, dass die Reibe Tags zuvor eine neue Armatur bekommen hatte, die Presstücher zur Hälfte neu waren, Pressen und Pumpen sich im besten Zustande befanden. Da der Betrieb ein durchaus gleichmässiger war, so konnten immer gleiche Rübenquanta in gleichen Zeiträumen zum Verwiegen gebracht und durch diese Vorhereintheilung der Zeit das Gesammtquantum von 1000 Ctr. Rüben in 24 Stunden ohne die geringste Unzuträglichkeit für den Verlauf der Arbeit genau erreicht werden.

Das Rechnungsresultat, die gewonnene Saftmenge, wurde controlirt durch gleichzeitige Ermittlung des Saftgehalts der Träber, also durch die

Werden solche Ermittlungen im Grossen mit Accuratesse angestellt, so fehlt es ihnen nicht an Beweiskraft. Der einzige unsichere Factor dabei ist der Saft der verarbeiteten Rüben. Da letztere, wie bekannt, ungemein an Saftqualität verschieden sind, so bedarf es sehr zahlreicher Saccharometerwägungen, um eine die Zusammensetzung des Saftes aller Rüben genau bezeichnende Durchschnittszahl zu bekommen. Indessen genügt auch ein nur annähernd richtiger Durchschnitt, denn es ist nicht erforderlich, solche Versuche auf die Spitze absoluter Genauigkeit zu treiben. Die Volumbestimmung des verdünnten Saftes geschieht einfach durch die Scheidepfannen, indem man an jeder derselben vorher einen durch Ausmessung mittelst Wasser genau bestimmten cubischen Inhalt mit einem deutlichen Striche markirt, welcher dem Arbeiter die obere Grenze der Füllung bezeichnet. Am günstigsten für die Genauigkeit des Versuches wäre es, könnte man mit dem Anheizen der Scheidepfanne so lange warten, bis das ganze vorher markirte Saftvolum eingelaufen ist. Der hieraus erwachsende Betriebsaufenthalt erlaubt aber eine solche Zögerung im Anheizen nicht, deshalb hilft man sich damit, den Dampf während des Safteinlaufes mässig und bei allen Pfannen so gleichmässig anzustellen, dass der Saft immer eine bestimmte Temperatur (vielleicht bis 55°, jedenfalls darf nicht bis zum Gerinnen des Saftes angeheizt werden) erreicht hat, sobald sein Niveau den Strich zu decken anfängt. Ein so gleichmässiges Anheizen ist in der Praxis leicht zu erreichen und

nicht gewonnene Saftmenge. Zu dem Zwecke wurden unausgesetzt Rückstände, ebenso alle Proben ursprünglichen Saftes neben der Saccharometerwägung polarisirt, im Ganzen wurden 24 Saft- und 10 Träberpolarisationen ausgeführt. Für den Saft ergab sich ein Gehalt von 11,8% Zucker im Mittel (Maximalgehalt 14,2%, Minimal 10,8%), für die Träber ein Mittelgehalt von 4,9% Zucker (Maximum 6%, Minimum 4,1%). Es resultirten 17,3% Pressrückstand, der Saftverlust in demselben betrug also für 100 Rübe $\frac{4{,}9 \;.\; 17{,}3 \;.\; 100}{100 \;.\; 11{,}8}$ = 7,18% oder circa 7,2%. Mithin nachgewiesen im Ganzen (87% + 7,2%) = 94,2% Saft, nicht nachgewiesen (96% — 94,2%) = 1,8% Saft, wovon ein Theil auf Verlust bei den Operationen der Saftgewinnung, ein andrer Theil aber jedenfalls auf Rechnung des zu geringen Polarisationsbefundes der Träber zu setzen ist. Diese Differenz von 1,8%, welche sich bei 96% Saftgehalt der Rüben zwischen nachgewiesenem und wirklich in den Rüben vorhandenem Safte herausrechnet, ist im Ganzen sehr gering, sie würde sich, hätten 100 Rübe nur 95% Saft enthalten statt der angenommenen 96%, auf nur 0,8% Saft reduciren. Controlversuche wie der obige sind bei Ermittlungen der Saftausbeute immer zu empfehlen, erst durch sie gewinnt man Vertrauen zu den gewonnenen Resultaten und erhält das Ganze einen Abschluss. Wenn irgendwo, so ist hierbei der Gebrauch des Polarimeters am Platze. (Brandes).

gewährt den Vortheil, dass man die Reduction des ganzen bei gleicher Temperatur gemessenen Saftvolums auf Normalvolum bei 14° R. mit einer einzigen Rechnung abmachen kann, während man bei ungleicher Anheizung jede Scheidung besonders reduciren müsste. Es versteht sich wohl von selbst, dass aus jeder Scheidung eine (nach tüchtigem Umrühren genommene) Probe der Saccharometerwägung unterworfen werden muss. Man lässt die Saftprobe durch Einstellen des Messcylinders im Wasser auf 14° R. erkalten und prüft dann genau, Bruchtheile der Grade möglichst mit berücksichtigend. Man kann den Saft auch gleich so heiss wägen, wie er aus der Scheidepfanne kommt, und die gefundenen Saccharometergrade nachher reduciren; aber ich ziehe die Wägung desselben bei Normaltemperatur (14° R.) vor, weil sich letztere vorzüglich im Winter sehr leicht herstellen und am besten permanent erhalten lässt, wodurch es auch möglich wird, ein und dieselbe Saftprobe in kleinen Zeitdistanzen mehrere Male bei ganz gleicher Temperatur prüfen und so sich selber controliren zu können.

Die relative Saftausbeute eines einzigen Tages kann aber noch nicht als allgemein gültige Norm des Betriebes aufgestellt werden, denn die Resultate der Tagesarbeiten in einer Fabrik differiren oft nicht unbedeutend untereinander. Während heute das zufällige Zusammenwirken aller günstigen Momente, z. B. einer neu armirten Reibe, starker Dampfspannung mit raschem Maschinenumgange, neuer Presstücher u. s. w., besonders viel Saft giebt, bringt ein andrer Tag durch ebenso zufälliges Zusammentreffen der entgegengesetzten Momente mit weniger energischer Arbeit geringere Saftausbeute. Deshalb setze man obige Bestimmung im Grossen, wenn man sie einmal den Miniaturprüfungen vorzieht, längere Zeit beharrlich fort, man wird dann in den meisten Fällen eine andere Durchschnittszahl für gewonnenen Saft erhalten und diese wird jedenfalls entscheidender sein, als die aus nur eintägiger Arbeit berechnete. — Unabhängiger von solchen Zufälligkeiten des Betriebes, die sich im Grossen oft nicht vermeiden lassen, ist man — das lässt sich nicht läugnen — bei kleinen Versuchen. Bei einer einzelnen Pressung oder Schleuderung z. B. lässt man die Betriebsmaschine eine bestimmte Zahl von Umgängen machen, stellt eigenhändig nach der Uhr die Presse oder Schleuder an und ab, deckt selber, lässt bestimmte Presstücher zum Packstosse aussuchen, beaufsichtigt das Packen genau, lässt dem auszupressenden oder auszuschleudernden unverdünnten Rübenbreie vorher bestimmt gewogene Procente Wasser zusetzen, um das Un-

sichere des Wasserzulaufes auf die Reibe zu vermeiden, wiegt endlich den gewonnenen Saft direct (vermeidet also das Messen und die Berechnung auf Gewicht), kurz: man hat alle den Verlauf der Pressung oder Schleuderung beeinflussenden Details in seiner Gewalt, während man im grossen Betriebe die einzelnen Manipulationen dem Arbeiter überlassen muss. Handelt es sich daher um exacte Bestimmung der Leistung einer einzelnen Presse oder Centrifuge, so wähle man den Versuch im Kleinen, will man aber wissen, was in Wirklichkeit ein Verfahren leistet, so muss man im Grossen prüfen.

Abweichend von obigen beiden Bestimmungsweisen, welche den verlorenen oder gewonnenen Saft als Vergleichsnorm der Saftgewinnungsmethoden annehmen, stellt man jetzt häufig nur den Zucker, welcher in den Träbern zurückbleibt, als relativen Werthmesser der Saftgewinnung auf, indem man die Träber polarisirt, den Polarisationsbefund auf 100 Gewichtstheile Rübe berechnet und dann, ohne den Zuckergehalt der Rüben anzugeben, aus denen die Träber resultirten, einfach sagt: Bei diesem Saftgewinnungsverfahren bleiben aus 100 Pfd. Rüben so und so viel Pfund Zucker in den Rückständen. So fand z. B. Otto in den Pressrückständen aus 100 Pfd. Rüben 0,8 bis 0,9 Pfd. Zucker, Freise 0,7 bis 0,9 Pfd. 100 Pfd. Rüben lassen in den Schleuderrückständen nach Baumann 0,4 bis 0,5 Pfd. Zucker, nach Weiler 0,5 bis 0,8 Pfd., nach Freise 0,3 bis 0,5 Pfd. Dürfte man annehmen, dass die Rüben jeder dieser Fabriken, aus denen Träber polarisirt wurden, den Rüben der andern im Zuckergehalt wenigstens annähernd gleich gewesen wären, so könnten allerdings obige Pfunde Zucker als relative Werthziffern der Saftgewinnung gelten, vorausgesetzt, dass sie nicht die Ergebnisse einzelner, sondern Mittelzahlen vieler auf gleiche Weise angestellter Polarisationen sind, also dem Durchschnittsgehalte der grossen Masse der Träber entsprechen. Haben z. B. die Rüben zweier Fabriken, von denen die eine presst, die andre schleudert, übereinstimmend einen mittleren Zuckergehalt (in 100 Theilen Rübe) von 12%, und finden sich im Pressel 0,7 bis 0,9 = 0,8 durchschnittlich, in den Centrifugenträbern dagegen nur 0,5 bis 0,8 = 0,6 im Mittel Zucker auf 100 Rübe, so würde jene Fabrik $\frac{0,8}{12} = \frac{1}{15}$, diese dagegen nur $\frac{0,6}{12} = \frac{1}{20}$ des Zuckergehalts ihrer Rüben in den Rückständen verloren haben, wäre der herauspolarisirte Zuckergehalt der

Träber dem wirklichen Zuckergehalte derselben gleich, was, wie schon öfter bemerkt, meistens nicht der Fall, da häufig nicht aller Zucker der Träber einer wenn auch noch so genauen Untersuchung zugänglich ist. Man macht indessen, wenn man in allen Fällen auf gleiche Weise polarisirt, immer den gleichen Untersuchungsfehler, gewinnt also relativ richtige, deshalb zum Vergleich geeignete, wenn auch oft an und für sich (absolut) unrichtige Ziffern für den Zuckerverlust auf 100 Rübe. Solche vergleichende Bestimmungen der Saftausbeute mittelst Träberpolarisationen allein ohne speciellen Bezug jeder Polarisation auf den Zucker der Rüben, aus denen die Träber resultirten, sind demnach nur zulässig unter stillschweigender Voraussetzung eines wenigstens durchschnittlich bestimmten und allgemein bekannten Zuckergehalts der betreffenden verarbeiteten Rüben, auf welchen dann ein Jeder conventionell die Polarisationsergebnisse bezieht. Manche Fabriken haben in Folge gleicher Bodenbeschaffenheit, gleicher Cultur und übereinstimmender Witterungsverhältnisse fast immer Rüben von fast gleicher, d. h. relativ gleicher Saftqualität. Derselbe nasse und kalte Spätsommer, der dieser Fabrik eine Ernte von 10- bis 12procentigen Rüben bringt, hat dieselben Folgen für jene, umgekehrt giebt beiden ein günstiges Jahr 14- bis 15procentige und wohl noch zuckerreichere Rüben. Für solche Fabriken mögen Träberpolarisationen, welche gründlich und in genügender Menge angestellt sind, immerhin als ein indirectes Maass der Saftausbeute dienen können und zum Vergleiche der Saftgewinnungsarbeit ausreichen, ohne dass die Vergleichsnorm, der Zuckergehalt der Rübe, jedesmal ausführlichst mit festgestellt zu werden braucht; denn man weiss ja, letzterer differirt wenig. Man dehnt auch wohl die Grenzen des möglichen Zuckergehalts der Rübe zum Zwecke des Vergleiches zwischen Rübe und Träber sehr weit aus, indem man z. B. sagt: „die durchschnittlich zuckerärmsten Rüben lassen 0,3 Zucker, die durchschnittlich zuckerreichsten 0,9 Zucker im Pressel (Kindler), in den Centrifugenträbern 0,5 und resp. 0,8%; aber dieses Minimum und Maximum ist doch gar zu unbestimmt (obgleich sich für gewisse Gegenden erfahrungsmässig ziemlich genau Grenzen nach beiden Richtungen aufstellen lassen) und überlässt dem subjectiven Urtheile einen allzugrossen Spielraum, innerhalb dessen auf die Frage: wie viel Saft ist denn nun für 0,3 bis 0,9 Zuckerverlust im Pressel von 100 Rübe wirklich in die Scheidepfannen gelaufen? ungemein verschiedene Antworten möglich sind, wie solche denn auch hie und da

— man frage nur einmal in den Fabriken an! — in unendlicher Verschiedenheit factisch gegeben werden.

Weiss man gar nichts Bestimmtes über den Zuckergehalt der verarbeiteten Rüben, oder weiss man, dass er durchaus nicht constant ist, ebenso, dass bei den zu vergleichenden Fabriken von keiner Uebereinstimmung der Rüben die Rede sein kann, so ist man verpflichtet, dem durchschnittlichen Polarisationsbefunde der Träber den der Rüben beizufügen. Vor allen Dingen aber ist diese doppelte Angabe nöthig bei nur einzelnen Versuchen; denn was kann bei solchen der Zuckergehalt der Träber allein nützen? Fände man z. B. bei einer Pressmethode auf 100 Rübe 0,7 Zucker im Pressel, bei einer andern von der ersten abweichenden 0,9, und man wollte nun ohne Weiteres diese Differenz mit der Ungleichheit der angewandten Pressmethoden motiviren, die erste für günstiger erklären als die zweite, und daraus Folgerungen für den grossen Betrieb ableiten — könnten da nicht die Rüben im ersten Falle 10,5%, im zweiten aber 13,5 Zucker enthalten haben, die Pressmethoden also, weil beide gleichviel, nämlich $\frac{0,7}{10,5} = \frac{0,9}{13,5} = \frac{1}{15}$ des Zuckers der Rübe in den Träbern zurückliessen, in ihrer Wirkung völlig gleich gewesen sein? Will man einmal sein Urtheil über Saftgewinnung auf Träberpolarisationen gründen, so nehme man nicht zur Basis des Vergleichs den absoluten Zuckergehalt der Träber allein, sondern das Verhältniss desselben zum Zucker der Rüben. Man stelle die Frage: Der wievielte Theil des Zuckers der Rübe bleibt in den Träbern? und reducire den gefundenen Bruchtheil Zucker entweder auf 100 Zucker der Rübe, oder noch besser: berechne ihn auf ursprünglichen Saft. Halten z. B. die Träber von 100 Rübe (mit 12,6% Zuckergehalt d. h. der Rübe, nicht des Saftes) 0,9% Zucker, also den $\frac{0,9}{12,6} = \frac{1}{14}$ Theil des ganzen Zuckergehalts der Rübe zurück, so sind, da $\frac{1}{14}$ Zucker auch $\frac{1}{14}$ Saft entspricht, $\frac{96}{14} = 6,8\%$ Saft nicht gewonnen. Diese Bestimmung kommt, wie man sieht, auf dasselbe hinaus, wie die oben beschriebene indirecte Ermittlung des Saftgewinnes; nur in den Details der Rechnung ist ein kleiner Unterschied, indem hier immer der Procentgehalt der Rübe an Zucker als Norm gilt, dort dagegen der des Rübensaftes als Rechnungsfactor in Betracht kam.

Die Angabe, wie viel Saft aus 100 Rübe in den Träbern zurückbleibt, ist weit anschaulicher und bei Calculationen bequemer, als die Angabe der nicht gewonnenen Zuckerprocente; denn die Menge des in den Rüben vorhandenen Saftes bleibt immer eine constante Zahl = 95 bis 96% vom Rübengewichte, und diese überall bekannte Vergleichsnorm ergiebt, wenn man mittelst Polarisation den in den Träbern zurückgehaltenen Bruchtheil des ganzen Saftes bestimmt hat, sofort durch einfache Division die dem berechneten Bruchtheile entsprechende absolute Saftmenge in den Träbern, ohne weiterer Angaben und Rechnungen zu bedürfen, wie sie bei Angabe der nicht gewonnenen Zuckerprocente nöthig sind.

Wie man aber auch den Verlust in den Träbern berechnet, ob auf Zucker oder auf Saft, stets verdient die directe Ermittlung des factisch gewonnenen Saftes im Grossen nach Muster des oben angegebenen Beispiels entschieden den Vorzug vor allen indirecten Untersuchungen. Freilich sind die vielen dabei nöthigen Wägungen umständlich, aber man gewinnt doch positive Zahlen, deren Beweiskraft noch erhöht werden kann, wenn man, wie bemerkt, die Träber behufs der Controle nebenher mit untersucht.

Ich nehme beim Schlusse dieses Capitels noch Gelegenheit, einen Einwand zu berühren, welchen man den im Früheren aufgestellten Kostenberechnungen in einem Punkte machen könnte. Es könnte nämlich auffallen, dass aller Brennstoff, der zur Erzeugung des für den Maschinenbetrieb nöthigen Dampfes und zur Verdampfung des bei der Saftgewinnung zugesetzten Wassers verbraucht wird, ganz a conto der Saftgewinnung geschrieben ist. Bekanntlich wird der Dampf nach seiner mechanischen Leistung in der Maschine noch weiterhin ausgenutzt zum theilweisen Verdampfen des gewonnenen Saftes, und man könnte nun der Ansicht sein, der Werth dieser Nutzung des gebrauchten sogenannten Retourdampfes müsste von den Gesammtkosten der Dampferzeugung abgeschrieben werden. Meiner Meinung nach kann aber die Verdampfungsthätigkeit des Retourdampfes nicht der Saftgewinnung, sondern nur der Weiterverarbeitung der Säfte zu Gute geschrieben werden, denn nur bei dieser ersetzt er factisch ein entsprechendes Aequivalent directen Dampfes, welches man ohne ihn mehr verwenden müsste. Der Bedarf an directem Dampfe zum Betriebe der Saftgewinnungsmaschinen bleibt derselbe, ob der Rückgangsdampf weiter benutzt wird oder nicht (wie vor Einführung der Robert'schen Apparate). Die Saftgewinnung

bedarf in jedem Falle einer ganz bestimmten mechanischen Kraft, von deren Grösse die Quantität des maschinentreibenden directen Dampfes abhängt, folglich müssen auch der Wirkung dieser Kraft: dem gewonnenen Safte, die Kosten der Krafterzeugung (die Kosten des Dampfes) angerechnet werden. Ich muss erst, um überhaupt Saft zu bekommen, die zum Betriebe nöthigen Kohlen jedenfalls in dem Maasse verwenden, als würde der Retourdampf gar nicht benutzt. Der aus dessen Nutzung gezogene Gewinn muss einem späteren Stadium der Fabrication angerechnet werden, für das erste Stadium gebrauchen wir nur die mechanische Thätigkeit des Dampfes, nicht seinen Gehalt an Wärme; letzteres Capital wird erst nach der Saftgewinnung liquide. Dass wir aber beide Kräfte, die mechanische und die Heizkraft des Dampfes, erst einmal bezahlen müssen, ungeachtet nur eine derselben vorläufig gebraucht wird, liegt in der Natur des Dampfes selbst.

Wie hoch nun die Nutzung des Retourdampfes anzuschlagen ist, wie viel Wasser er im günstigsten Falle verdampfen kann, lässt sich nur durch eine ganz bestimmte, auf Erfahrungssätze gegründete Rechnung ermitteln. Das Maximum an Betriebskraft, also auch an Dampf, erfordert bekanntlich das Centrifugalverfahren; wir wollen deshalb die Verdampfungsfähigkeit der dabei nöthigen Dampfmenge hier berechnen, und wenn wir gefunden haben werden, wie wenig dieses Dampfmaximum von der ganzen Wassermenge des Saftes zu verdampfen im Stande ist, so wird es keiner weiteren Ausführung bedürfen, um unsere Erwartungen betreffs der bei den andern beiden Safterzeugungsmethoden möglichen Dampfnutzung auf ein bescheidenes Maass zu reduciren. Man hört oft von dem Retourdampfe der Centrifugenbetriebsmaschine sagen, er reiche fast aus zur Eindickung der ganzen gewonnenen Saftmenge! Wie wenig solch vage Angaben mit der Wirklichkeit in Einklang stehen, werden nachfolgende einfache calorimetrische Daten bald beweisen.

Die Centrifugen erfordern, wie aus Früherem ersichtlich, 4752 Ctr. englischer Steinkohlen pro Campagne zur Erzeugung des für ihren Betrieb nöthigen Dampfes. Nehmen wir nun den günstigsten (in der Wirklichkeit selbstverständlich unmöglichen) Fall an, dass der durch diese Kohlen erzeugte Dampf ebensoviel Wasser aus dem Saft zu verdampfen im Stande wäre nach seiner Wirksamkeit in der Maschine, als ohne diese vorherige Nutzung, und bleiben wir bei der Annahme (welche durch die grosse Praxis gefunden), dass 1 Pfd. Steinkohlen 5 Pfd.

Wasser*) aus dem Safte wirklich verdampft, so kann obiges Kohlenquantum im Ganzen verdampfen (5 . 4752 =) 23760 Ctr. Wasser. Wenn man nun von 120000 Ctr. Rüben (bei 88% Saftgewinn) 105600 Ctr. Saft ursprünglicher Dichte von 16% Bg. z. B. erhielte, die 16896 Ctr. feste Theile, oder allerhöchstens, bei 10% Wassergehalt der Füllmasse, (16896 + 1689,6 =) 18585,6 Ctr. Füllmasse ergeben könnten (was indessen viel zu hoch angegeben ist); so blieben im Ganzen in der Fabrication zu verdampfen (105600 Ctr. Saft — 18585,6 Ctr. Füllmasse) = 87014 Wasser, ohne jene in der weiteren Fabrication noch hinzukommenden Mengen Süsswässer etc. in Anschlag zu bringen.

Von diesen 87014 Ctr. Wasser, die verdampft werden müssen, können aber günstigsten Falls, wie oben nachgewiesen, nur 23760 Ctr. Wasser oder circa nur 36% der ganzen Menge in Wirklichkeit durch die zur Saftgewinnung nöthige Dampfmenge verdampft werden.

Das Resultat dieser Rechnung wird nicht sehr geändert, selbst wenn man annehmen wollte, dass 1 Pfd. englische Steinkohlen 8 Pfd. Wasser verdampfte.

Das Wasser, welches sich beim Zerreiben, Decken und Maceriren dem Safte beimischt, hat ebenfalls wie die mechanische Kraft der Betriebsmaschine die Function der Saftgewinnung verrichtet, es hat diese mechanische Kraft, wie wir gesehen haben, durch seine saftverdrängende Wirkung nicht unbedeutend unterstützt. Deshalb müssen auch die Verdampfungskosten dieses Wassers, ebenso wie die Kosten der benutzten Maschinenkraft, der Saftgewinnung zur Last geschrieben werden.

Bei den Calculationen ist endlich noch zu berücksichtigen der relative Werth der bei den verschiedenen Saftgewinnungsmethoden resultirenden Rückstände. Zur genauen Werthbestimmung müsste man Rückstände zum Vergleiche haben, die nach den drei verschiedenen Saftgewinnungsarten, aber jedesmal aus Rüben gleicher Saftqualität gewonnen sind. Dann ergäbe die Analyse derselben unmittelbar ihren relativen Werth. Die Praxis des viehfütternden Landwirths mag indessen so lange über den Futterwerth der Rückstände hauptsächlich befragt werden, als man nicht Gelegenheit hat, obige Vergleichsbasis:

*) Es findet stets ein Verlust bei der Uebertragung der Wärme statt.

verschiedene Rückstände aus fast gleichen Rüben, neben einander zur Prüfung vorzufinden.

Dr. Grouven giebt die Zusammensetzung der verschiedenen Rückstände (Vereinsschrift für Rübenindustrie, 85. Lieferung, S. 518) folgendermaassen an:

	Presslinge von Salzmünde		Centrifugalrückstände von Jerxheim
	frisch	vergohren	frisch
Wasser	75,40	72,70	82,60
Proteinstoff	1,53	2,40	1,03
Zucker	1,60	—	—
Fett	0,15	0,35	0,13
Wasserextract	3,67	3,57	2,53
Stickstofflose organische Verbindungen	11,92	12,63	7,05
Holzfaser	3,17	5,75	3,04
Asche	1,59	1,99	1,66
Sand und Thon	0,97	0,61	1,96
	100,00	100,00	100,00

wonach er (bei einem Heupreise von 82 Thlr. für 1000 Zollpfunde) 100 Pfd. Pressling im frischen Zustande zu 6,9 Sgr., im vergohrenen Zustande zu 7,5 Sgr., und 100 Pfd. Schleuderrückstände zu 4 Sgr. Futterwerth taxirt. Erhält man nun beim Pressverfahren im Durchschnitt 18%, beim Centrifugalverfahren 30% Rückstände, so giebt jenes für 100 Pfd. verarbeiteter Rübe $\frac{6{,}9 \,.\, 18}{100} = 1{,}24$ Sgr., resp. $\frac{7{,}5 \,.\, 18}{100} = 1{,}35$ Sgr., dieses $\frac{4 \,.\, 30}{100} = 1{,}2$ Sgr. Futterwerth — eine, wie man sieht, sehr geringe Differenz.

Andere Saftgewinnungsmethoden mittelst Maceration.

Als ein Anhang zu den eben beschriebenen drei verbreitetsten Saftgewinnungsmethoden mögen einige andre grösstentheils auf dem Macerationsprincipe beruhende Verfahren hier deshalb einen Platz finden, weil sie theils historisches Interesse haben, theils durch die Eigenthümlichkeit entweder ihrer Idee, oder ihrer Ausführung dem Fabricanten manche anregende Momente zu bieten geeignet sind.

Einige dieser Verfahren, die bei ihrem ersten Auftreten viel Aufsehen machten und Hoffnungen erweckten, deren Nichterfüllung leicht hätte vorhergesagt werden können, existiren schon lange nur noch auf dem Papiere; andere, denen man gleich anfangs prüfender entgegenkam und bald im richtigen Gefühle ihrer Unbrauchbarkeit für die grosse Praxis ein kurzes Leben verhiess, bestehen trotzdem wenigstens noch hie und da, wenn auch nur als zukunftslose Specialitäten. Wie überall in der Technik, findet man auch in der Zuckerfabrication originelle Geister, die ihre eignen besonderen Wege mit Beharrlichkeit gehen und zwar mit Recht gehen, denn einem Jeden ist seine eigene Schöpfung die werthvollste. Mannigfaltigkeit der Ansichten kann der Wissenschaft nur Gewinn bringen, verdankt doch gerade die Zuckerfabrication der grossen Divergenz in den Richtungen, nach denen man ihr Gebiet recognoscirt hat, ihren jetzigen sichern Stand. Nicht durch zufällige Entdeckungen, denen der „gelernte“ Empiriker so gern alles in der Neuzeit Erreichte zuschreibt, um damit seinen eigenen Mangel an Strebsamkeit zu entschuldigen, ist dieser Standpunkt gewonnen, sondern durch Beobachtungen und Versuche, streng folgerecht nach den Regeln der Wissenschaft durchgeführt. Möge man sich deshalb die Mühe nicht verdriessen lassen, dem Gange der Technik auch einmal auf ihren Kreuz- und Querwegen zu folgen, damit man sich von Neuem in Erinnerung bringt, wie viel einzelne Quellen haben zusammenfliessen müssen, um den grossen Strom unserer Industrie zu bilden, der uns jetzt, ruhig und

sicher wie er Alle innerhalb fester, naturgesetzlich fundirter Schranken dahinträgt, fast als etwas sich von selbst Verstehendes, Alltägliches erscheint.

Die erste Idee, den Rübensaft durch successive Erschöpfung der Rübe mit Wasser zu gewinnen, soll von Marggraf herrühren (Knapp), wirklich ausgeführt wurde sie zuerst von Dombasle 1821. Er liess die Rüben durch eine einfache Schneidemaschine in sehr dünne (etwa 2 Linien starke) Scheiben schneiden und diese in einem Systeme von Bottichen mit Seihböden durch kochendes Wasser extrahiren. Der Turnus der Erschöpfung war im Principe fast gleich dem beim Schützenbach'schen Verfahren beobachteten. Auf die Schnitte des ersten Bottichs wurde so oft siedendes Wasser gegeben, als die unten abgezogene Flüssigkeit noch süss schmeckte, oder bei der Prüfung mit dem Aräometer einen Gehalt an fester Substanz erkennen liess. Sämmtliche unten abgezogene Aufgüsse des ersten Bottichs kamen dann auf die Schnitte des zweiten Bottichs, von da auf die des dritten u. s. f. durch 8 bis 10 oder so viel Bottiche, bis die ablaufende Flüssigkeit nahezu ebenso viel Aräometergrade anzeigte, wie der ursprüngliche Saft. Dem damals nur bekannten Pressverfahren gegenüber machte diese Saftgewinnungsmethode ihrer Einfachheit wegen und weil sie neben Vermeidung aller Maschinen, sowie der unangenehmen Presstücher, eine fast vollständige Zuckergewinnung verhiess, bedeutendes Aufsehen. Aber wenn auch oft die Quantität des gewonnenen Saftes befriedigen konnte, so war doch meistens die Qualität desselben unter allen Erwartungen. Die vollständige Erschöpfung der Rübenschnitte erforderte eine Zeit von mindestens 6 Stunden; ein so langer Aufenthalt des Saftes in den verschiedenen Bottichen musste wohl bei der fast unvermeidlich eintretenden Abkühlung desselben der Gährung Thür und Thor öffnen. Dazu kommt noch der Einfluss des heissen Wassers auf das Pectos der Rübe, dessen Folge sein musste ein pectinhaltiger, schleimiger Saft von meist dunkler Farbe, woraus nur schleimige, dunkle Zuckern erhalten werden konnten. Dombasle will freilich nach achtstündiger Maceration noch schöne Resultate erhalten haben, giebt aber andererseits selbst zu, 16stündige Maceration habe ihm dunkle, schwer kochende Säfte gegeben. Kalkzusatz möchte die Gährung verhindern, aber nicht die Pectinbildung aus dem Pectos des Rübenmarkes. Das Verfahren könnte wegen der Anwendung heissen Wassers eher „Digestion" genannt werden als „Maceration" (eine von Dombasle

selbst herrührende Bezeichnung), da „Maceriren“ nach streng chemischem Sprachgebrauche immer ein Kaltausziehen voraussetzt.

Im Jahre 1837 machte der Levigateur von Pelletan die Runde durch viele Zuckerfabriken. Er bestand in einer geneigten archimedischen Schraube, die, mit 24 Elementen versehen, sich drehte und dabei mit jedem Elemente in die Kammer eines Troges von Eisenblech tauchte, aus dem sie den Rübenbrei hob und in die zunächst höher stehende Kammer warf. Die Kammern communicirten durch auswärts angebrachte Canäle in der Weise, dass die Flüssigkeit vom Boden der einen Abtheilung an die Oberfläche der folgenden gelangte. Der Rübenbrei wurde von unten eingegeben und sollte oben erschöpft herauskommen, während das Wasser umgekehrt oben aufströmte und unten als Saft abgeführt wurde. Das dem Verfahren zu Grunde liegende Princip fand mit Recht allgemein Anerkennung. Die Maschine konnte mit sehr wenig Kraftaufwand Viel leisten und machte ausserdem die Saftgewinnung von den Arbeitern unabhängig, da sie nur zwei Menschen zu ihrer sehr leichten Bedienung in Anspruch nahm. Pelletan war demnach eigentlich der Erste, der die kalte Maceration versuchte, und die neuere Schützenbach'sche Maceration ist eigentlich nur die Ausführung dieser Idee in anderer Form. Die damit erzielten Säfte sollen sehr schön gewesen sein, und es scheint, als ob nur die Schwierigkeit der jedesmaligen scharfen Trennung der einzelnen Saftpartikelchen diese höchst sinnreiche Maschine wieder verschwinden liess.

Genaue Daten über die Menge und Beschaffenheit des dabei erzielten Saftes finde ich in der Literatur nirgends angegeben.

Reichenbach construirte darauf hin eine Maschine, die er Edulcorator nannte, der sich von Pelletan's Levigateur hauptsächlich dadurch unterscheidet, dass Wärme in geschlossenem Raume dabei angewandt werden sollte.

Hallette und Boucherie construirten einen aufrecht stehenden Cylinder, in dem sich eine archimedische Schraube mit durchlöcherten Schaufeln stehend bewegte, welche die zertheilten Rüben von unten, wohin sie durch einen zweiten damit in Verbindung stehenden Cylinder gelangten, nach oben schrob, während Wasser von oben ein- und unten abfloss; man konnte dabei Dampf, also Wärme anwenden. — Wenn man diese Einrichtung näher betrachtet, ist es eigentlich ein Levigateur Pelletan's, nur stehend statt liegend. In neuerer

Zeit wurde in Magdeburg ein ähnlicher Apparat versucht, doch ohne Erfolg.

Martin und Champonnois hatten einen umgekehrten Heber construirt, worin sich eine Kette ohne Ende bewegte, im ersten Schenkel aufwärts, im andern abwärtssteigend. An der Kette befanden sich Scheiben von dem Querschnitte des Rohres, wodurch Kammern gebildet wurden, welche die Rübenschnitte dem in umgekehrter Richtung einströmenden Wasser entgegenführten.

In Russland versuchte Schiskoff die Maceration mit warmem Wasser in kleinen offenen Gefässen, jedoch mit so unglücklichem Erfolge, dass sie bald in den meisten Etablissements durch die Pressen verdrängt wurde. Die Maceration der grünen Rüben mit warmem Wasser hat bis heute noch nirgend gute Resultate geliefert. Nicht als ob der Saftgewinn ein geringer wäre, keineswegs; denn ihre quantitativen Resultate gehören zu den grössten Leistungen, welche die Saftgewinnung überhaupt aufzuweisen hat. Aber die grosse Menge des gewonnenen Saftes wird durch die im Allgemeinen schlechte Beschaffenheit desselben in dem Grade ausgeglichen, dass die warme Maceration, selbst wenn sie den ganzen Saftinhalt der Rüben in die Scheidepfannen bringt, doch am Ende weniger Zucker in Krystallform giebt, als das Pressverfahren mit einem um 10% geringeren Saftertrage. — Thatsache ist, dass alle Füllmassen aus Säften, die durch Maceration mit warmem Wasser gewonnen werden, schlechter und langsamer auszuckern, als andere.

Der Grund dieses Verhaltens mag wohl in dem Pectingehalte des Saftes liegen, da immer, wie schon bei dem Verfahren von Dombasle erwähnt wurde, durch Einwirkung des heissen Wassers auf das Rübenmark dessen sonst unlösliches Pectos in lösliche Pectinkörper verwandelt werden muss. Rübenträber geben bekanntlich bei längerem Kochen mit heissem Wasser eine an Pectin reiche Flüssigkeit; noch leichter löst sich das Pectos der Rübenzelle, wenn man die Träber mit verdünnter Lauge (Aetzkali, Natron- oder Pottaschenlauge etc.) auskocht. 1 Gewichtstheil solcher im Safte gelöster Pectinkörper soll aber die Auskrystallisation von circa 15 Gewichtstheilen Zucker verhindern können.

Die Fabrik des Herrn Robert zu Seelowitz in Mähren ist die einzige Fabrik in Deutschland, welche die Maceration frischer Rübenschnitte mit warmem Wasser noch heute in einem grösseren Maassstabe betreibt. Das hier übliche Verfahren kann als Muster für

eine derartige Einrichtung betrachtet werden. Das Zerschneiden der Rüben verrichtet eine sehr zweckmässige, in den Figuren 70 bis 75 dargestellte Schneidemaschine. Die gereinigten Rüben fallen in den Rumpf *b* ein, werden auf einer wagerecht laufenden Scheibe *aa*, welche

Fig. 70.

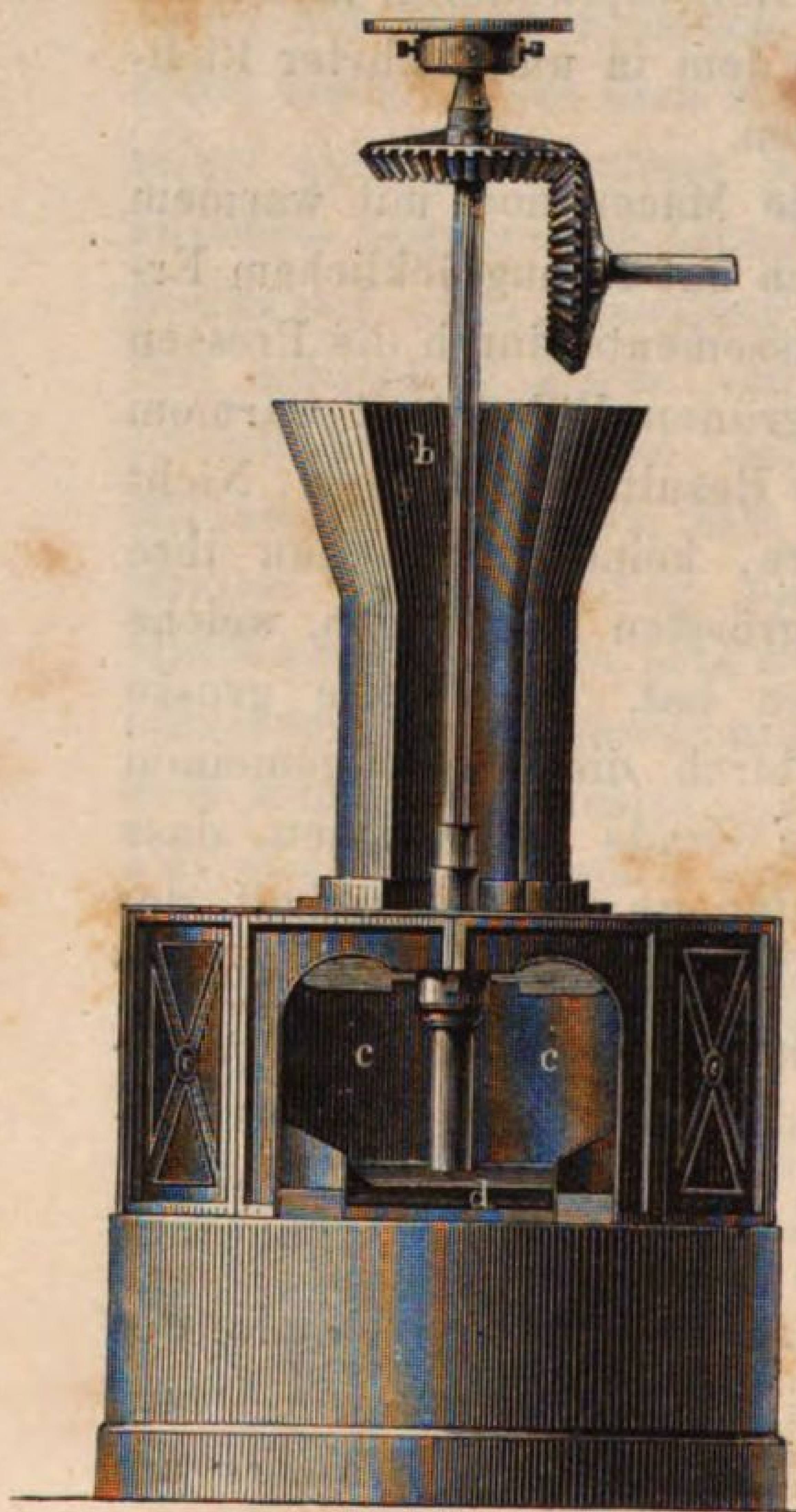


Fig. 71.

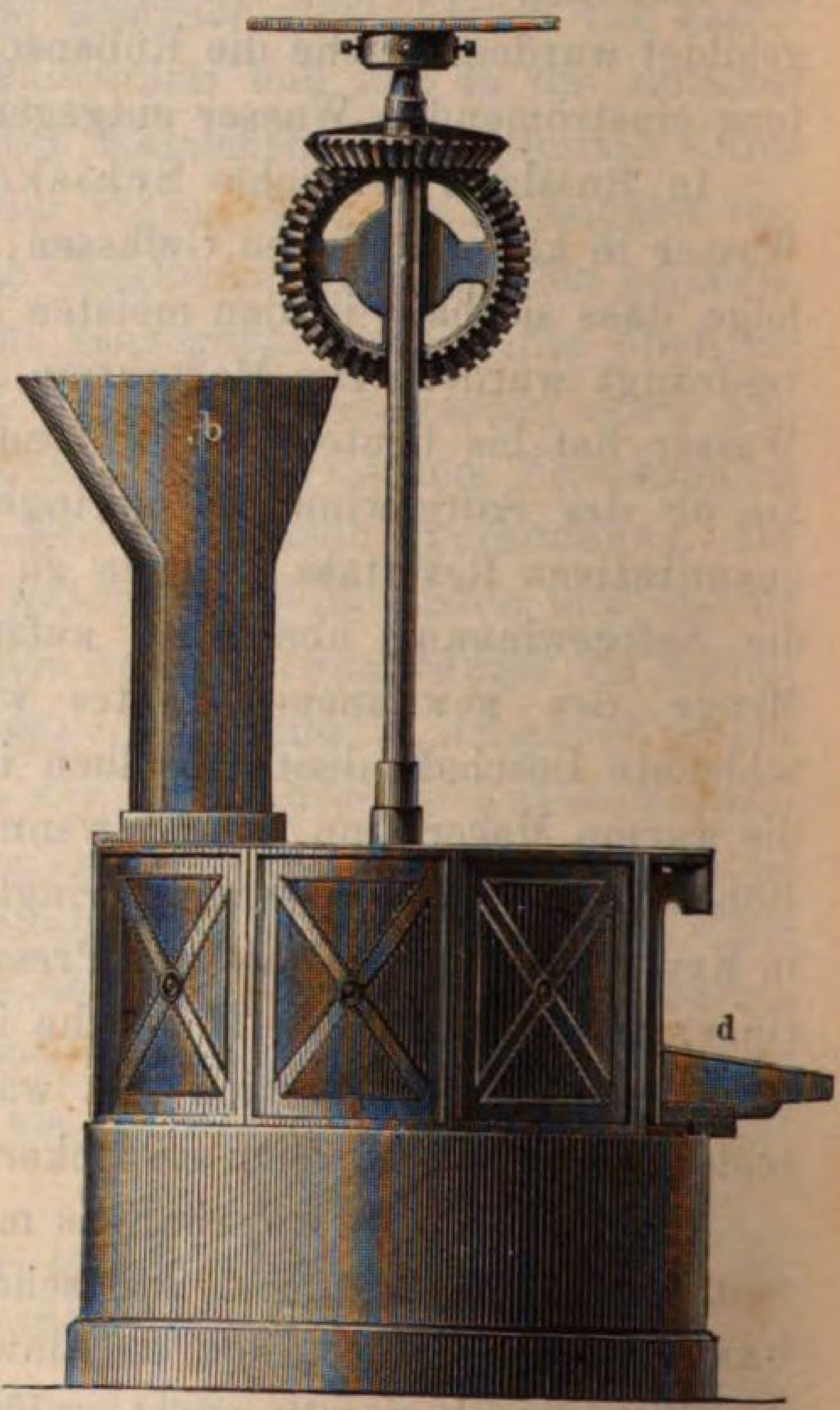


Fig. 72.

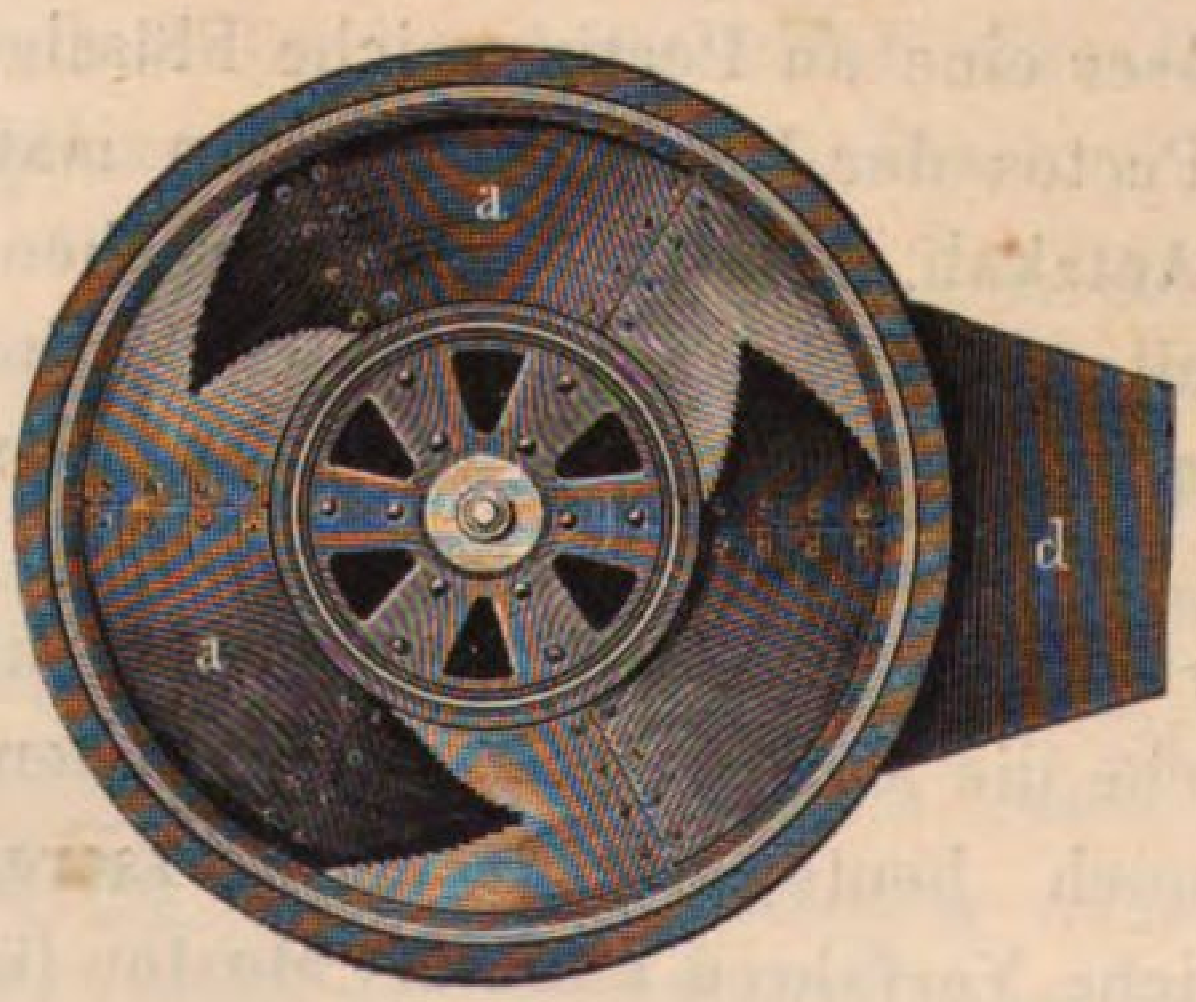
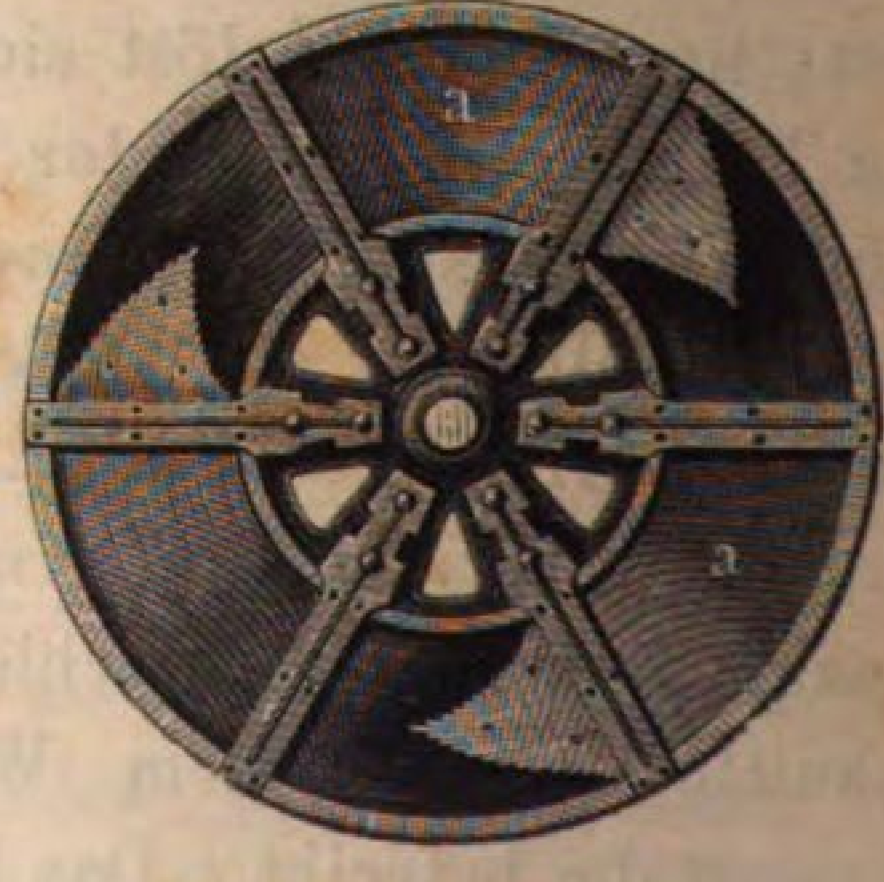


Fig. 73.



mit drei Reihen rechtwinklig zu einander stehender, hohler, stählerner Schneidehülsen versehen ist (Fig. 72), in etwa fingerdicke

Fig. 74.

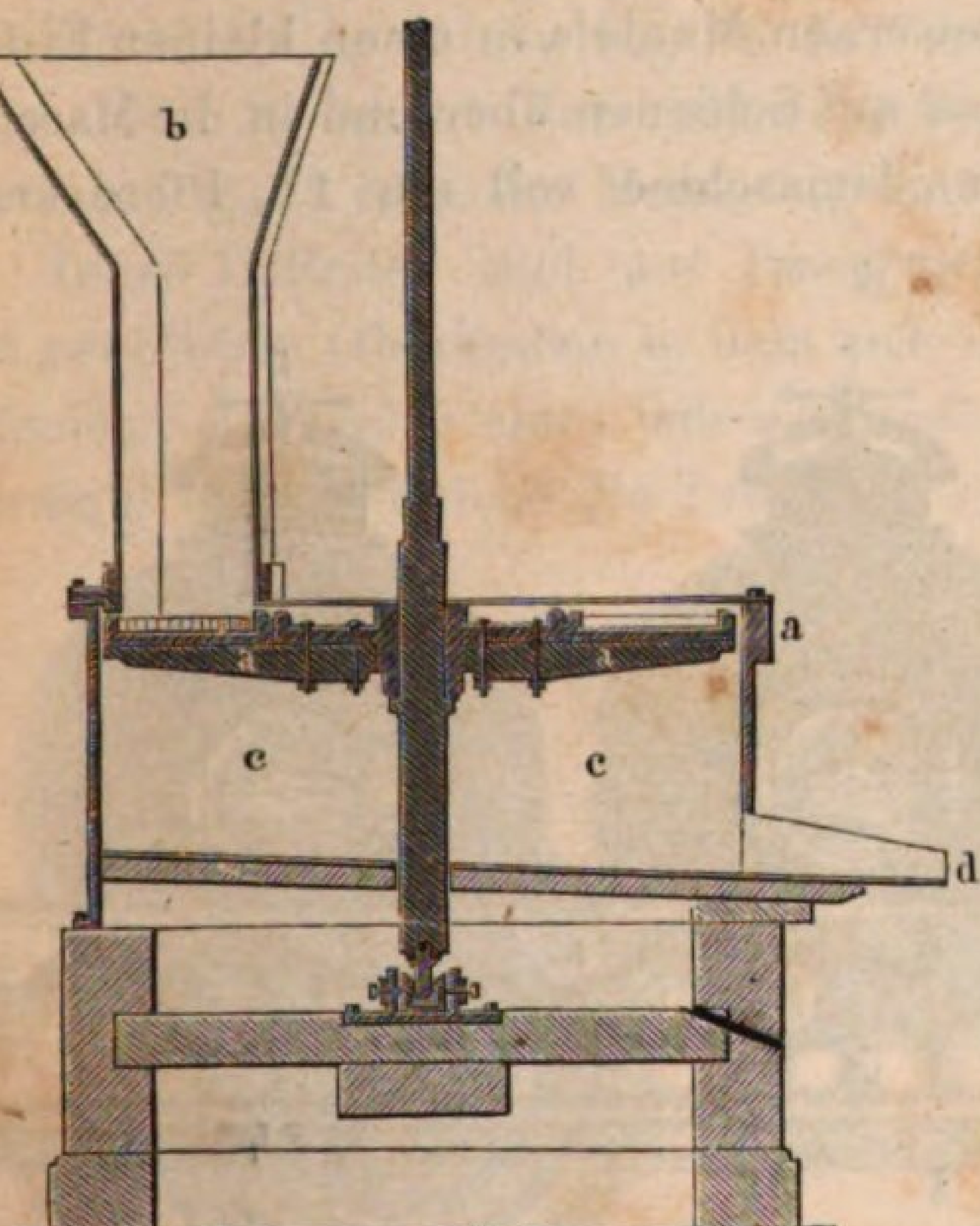


Fig. 75.

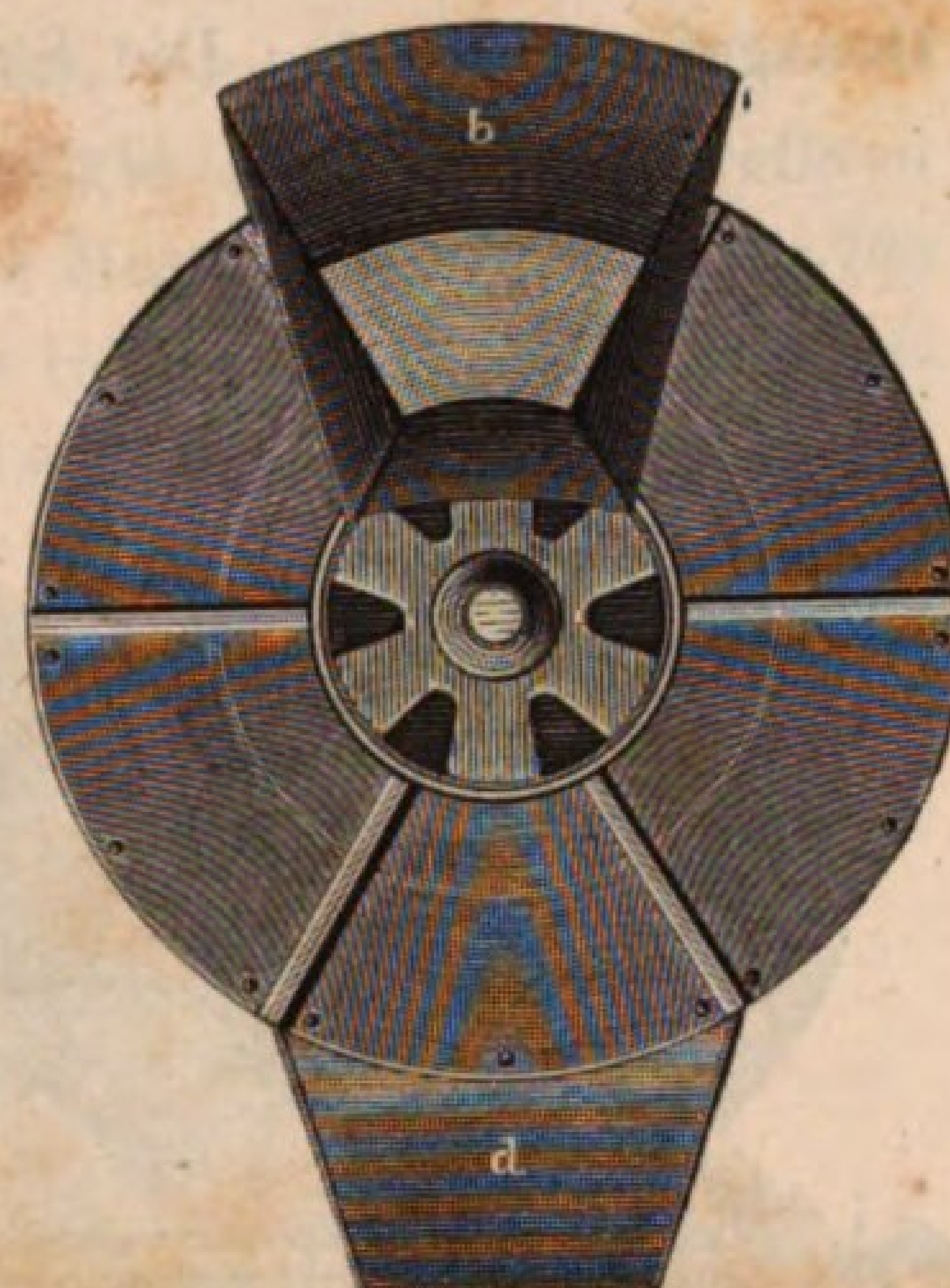
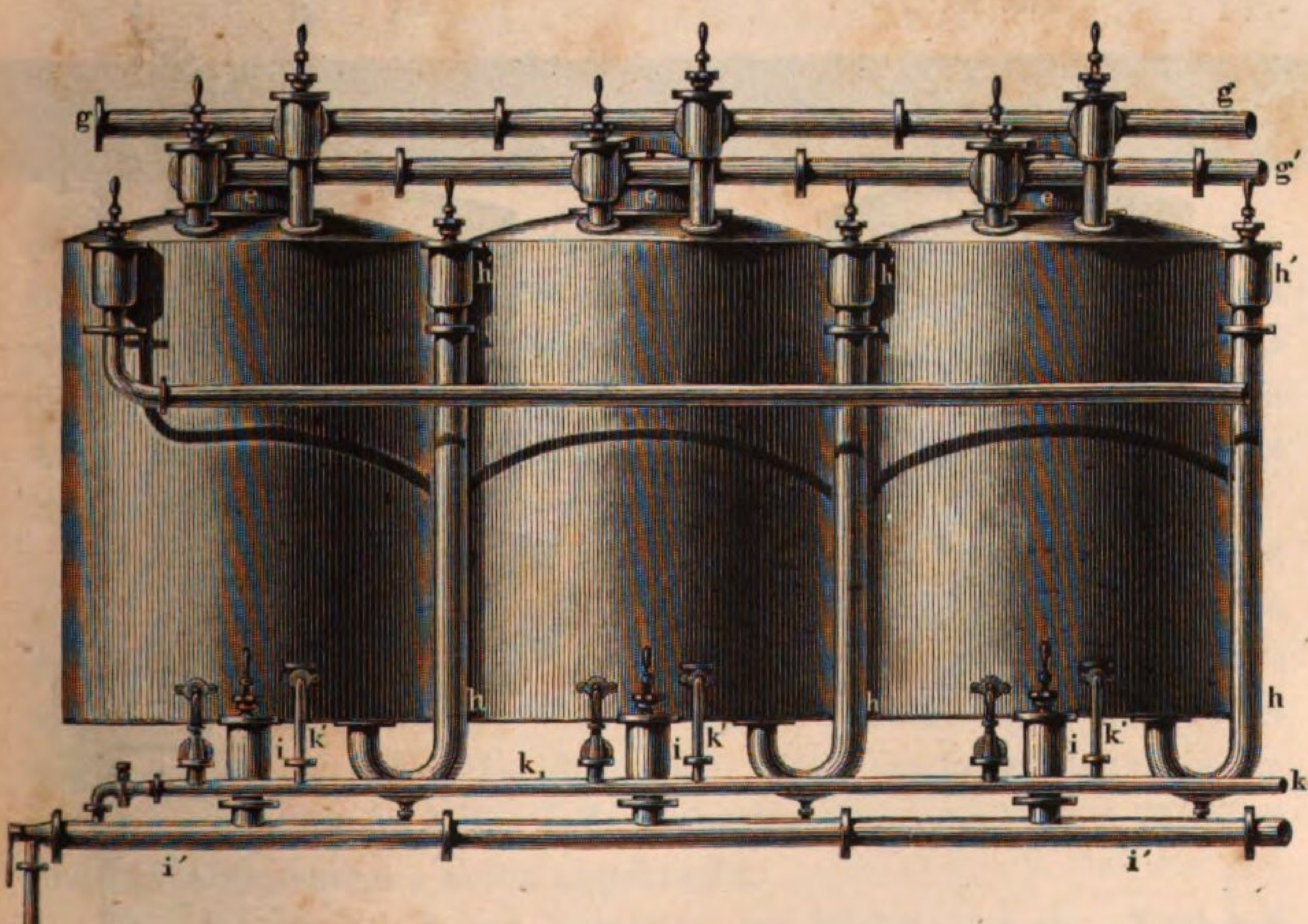


Fig. 76.



vierseitige Prismen von verschiedener Länge geschnitten, ohne dabei Quetschung oder Druck zu erleiden. Die Schnitte fallen in den Raum *cc* (Fig. 70 u. 74) und werden von hier durch die Oeffnung *d* des die Schneidevorrichtung umgebenden gusseisernen Mantels in einen kleinen Eisenbahnwagen geharkt, welcher sie auf Schienen über und in die Macerationsgefässe führt. Die Schneidemaschine soll nur $1^1/_2$ Pferdekraft

Fig. 77

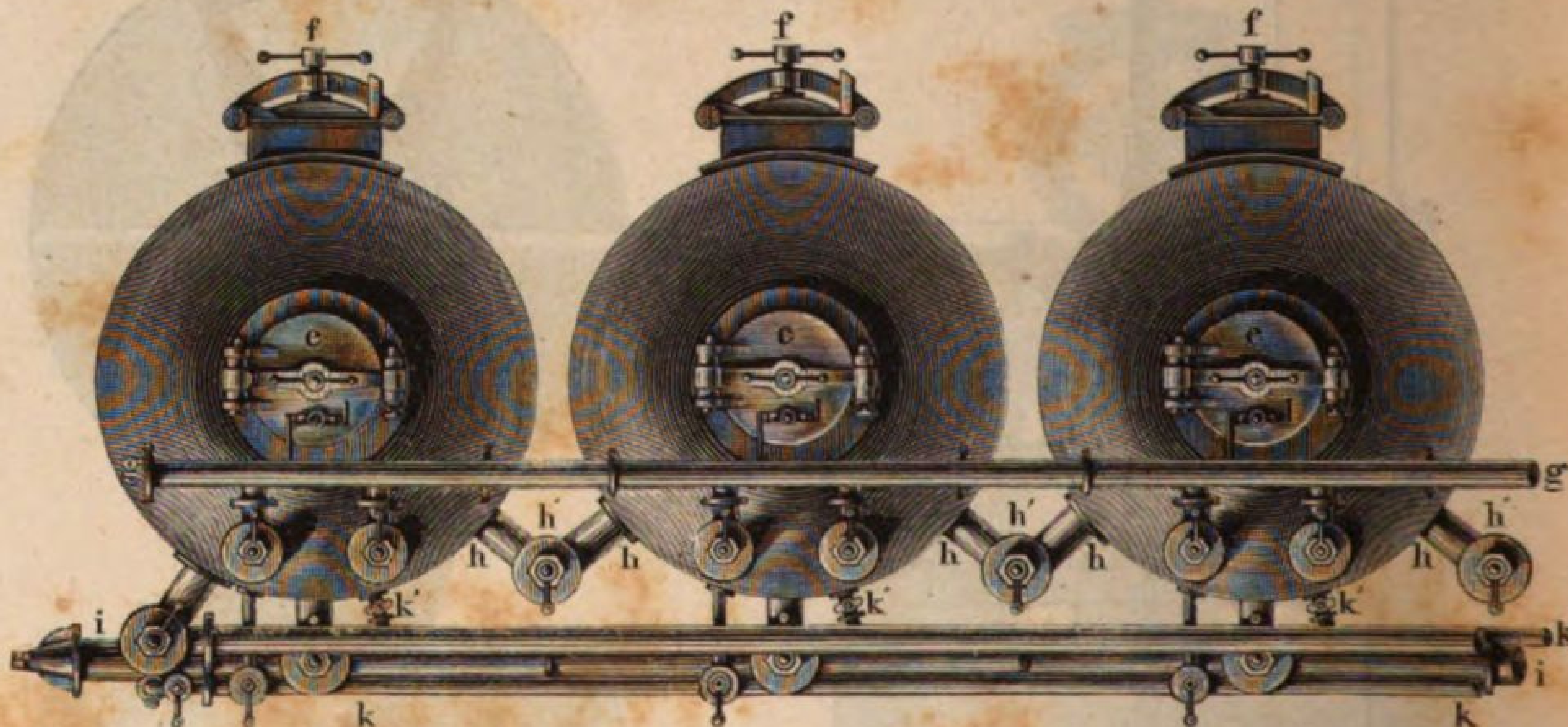
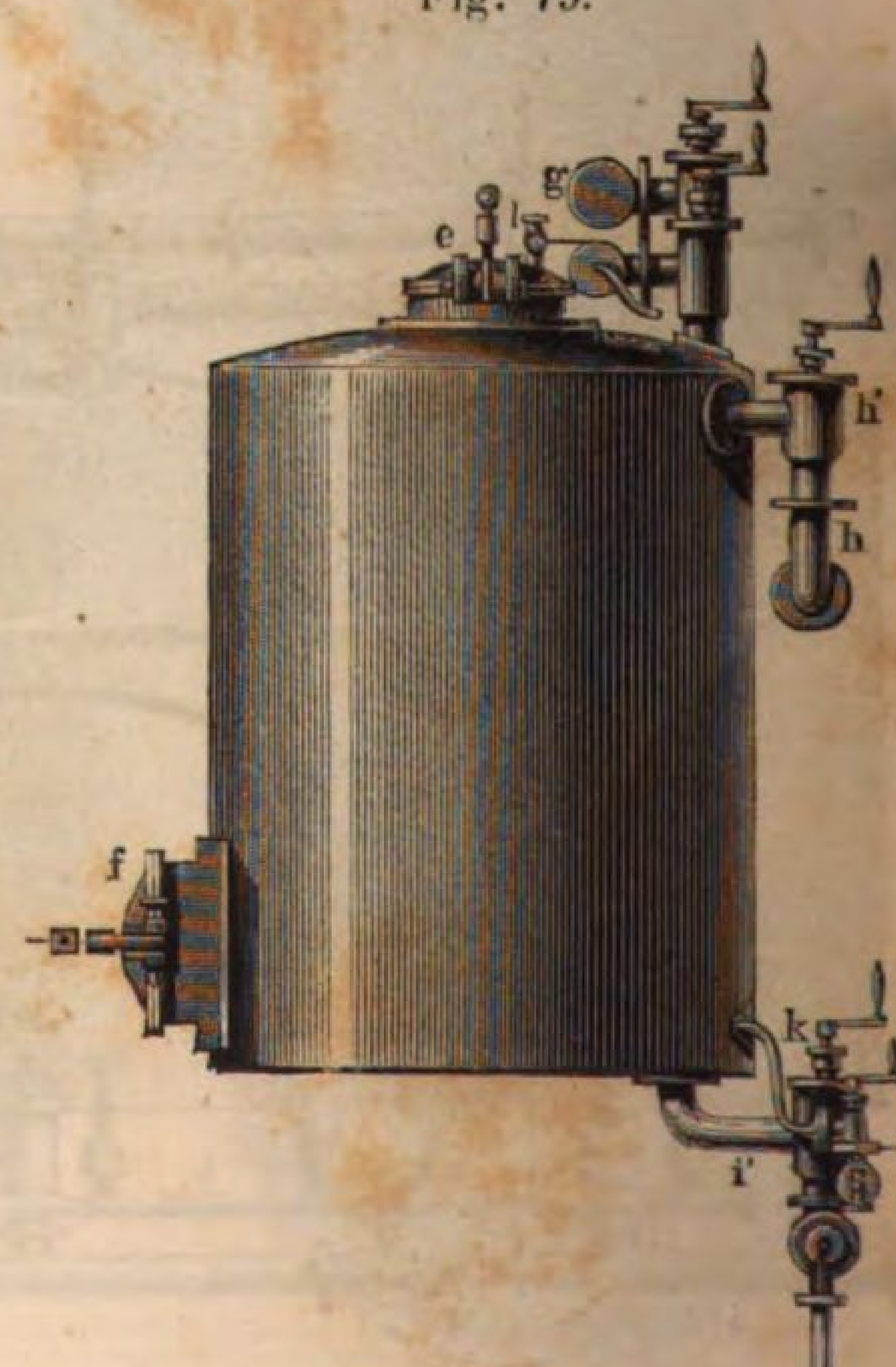


Fig. 78.



Fig. 79.



zu ihrer Bewegung erfordern bei einer Leistung von 2000 Ctr. in 24 Stunden. Die Bedienung dabei ist ebenfalls gering.

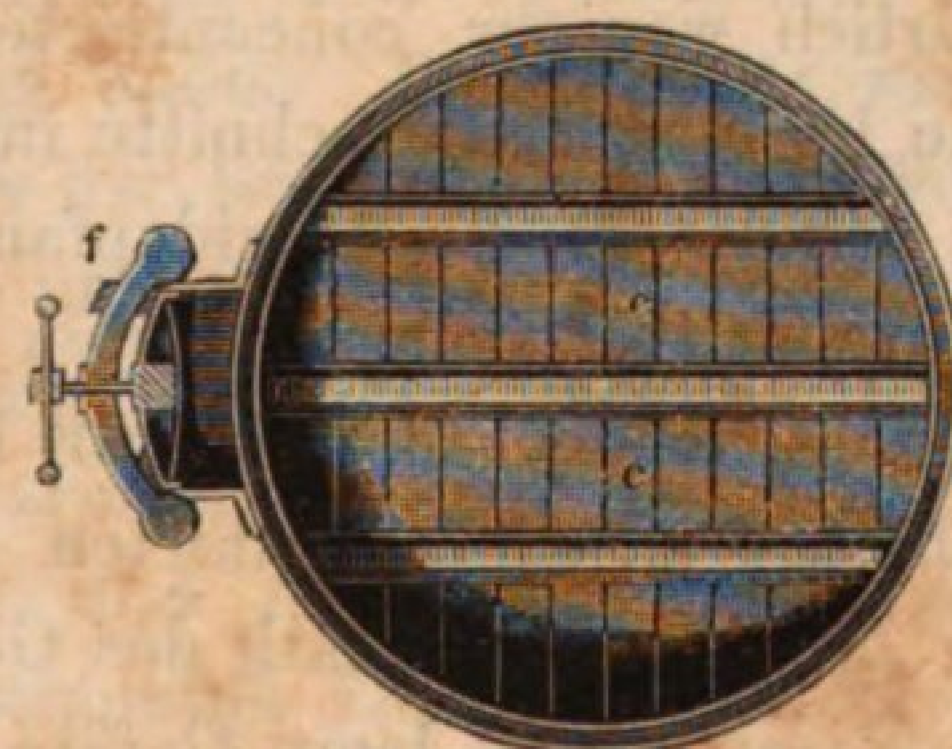
Das Maceriren der Schnitte geschieht in Seelowitz in einer Cylinderbatterie, welche Fig. 76 in Vorderansicht, Fig. 77 von oben zeigt. Fig. 78 ist der Verticaldurchschnitt eines einzelnen Cylinders, welchen Fig. 79 in voller Montirung darstellt.

Diese Cylinder sind aus Eisen gefertigte geschlossene Gefässe mit gewölbtem Oberboden, in dem sich das Mannloch *e* (Fig. 76 bis 79) befindet. Am Boden eines jeden Cylinders liegt eine kupferne Dampfspirale *d* Fig. 80, welche die Temperatur der Macerationsflüssigkeit zu

Fig. 80.



Fig. 81.



reguliren hat. Darüber befindet sich ein eiserner Siebboden *e* (Fig. 81), auf welchem die geschnittenen Rüben liegen, und der verhindert, dass diese während der Dauer der Maceration mit den Dampfröhren in directe Berührung kommen. Ein Mannloch *f* befindet sich seitlich dicht über diesem Siebe, um nach vollendeter Auslaugung eine leichte und rasche Entleerung bewerkstelligen zu können.

Alle Macerationsgefässe, deren Anzahl variirt (von 6 bis 20), sind unter einander so verbunden, dass der Saft eines jeden derselben durch das weite Rohre *h* von unten nach dem oberen Theile des folgenden geleitet werden kann. Dieses Uebersteigen des Saftes wird regulirt durch die Abschlussventile *h′h′*. Ausserdem ist an jedem Gefässe ein Lufthahn *l*, ein Zuflussrohr für Wasser *g g′* (Fig. 77) oben und ein Abflusshahn *i* unten angebracht.

Die Arbeit mit diesen Batterien ist höchst einfach. Nachdem

die Gefässe durch ihre oberen Mannlöcher mit Rübenschnitten gefüllt und wieder geschlossen sind, lässt man Wasser auf das erste Gefäss fliessen. Der darin entstehende sehr verdünnte Saft steigt dann durch das Verbindungsrohr *h* und das Ventil *h'* über in das zweite mit Rübenschnitten gefüllte Gefäss, wird da concentrirter, steigt über in das dritte, von da in das vierte u. s. f. von einem Gefässe aufs andere, bis er ein dem ursprünglichen Safte nahezu gleiches Aräometergewicht erreicht hat. Dann lässt man den bis zu diesem Grade concentrirten Saft so lange aus dem betreffenden (dem Turnus nach letzten) Gefässe in die Scheidepfanne abfliessen, als er diese Concentration zeigt, d. h. man nimmt ein bestimmtes durch die Praxis festgestelltes Quantum desselben in die Scheidung. Den nachfliessenden natürlich weniger concentrirten Saft schickt man durch *h* auf eine neue Füllung Rübenschnitte im nächsten Gefässe, aus dem nun zunächst Abfluss in die Scheidepfanne stattfindet. Unterdessen sind die Schnitte des im Turnus ersten Gefässes so weit erschöpft, dass die darauf stehende Flüssigkeit 0° Bg. zeigt. Das Gefäss tritt dann ausser Thätigkeit, die extrahirten Rübenschnitte werden durch das seitliche, bequem ausserhalb des Gebäudes mündende Mannloch entfernt, man reinigt das leere Gefäss tüchtig und pinselt es nach der Reinigung innen mit schwacher Kalkmilch aus. Die Saftrohre *h* werden mittelst Einströmens von Dampf gereinigt, „ausgedämpft". Während der ganzen Operation muss die Temperatur in den Gefässen constant gehalten werden, etwa bis 68° R. In der Praxis regulirt sich diese Temperatur ohne Thermometer schon durch die äussere Wärme der Uebersteigrohre *hh*; blosses Anfühlen derselben genügt, um über die Wärme des durchfliessenden Saftes genauen Aufschluss zu bekommen. Das Wasser darf die Gefässe nicht zu schnell passiren, es muss ihm unterwegs Zeit gewährt werden zur allseitigen Berührung mit den Rübenschnitten und zum Eindringen in dieselben. Aus diesem Grunde lässt man es nur mit einem geringen Drucke circuliren, indem man das Wassergefäss, aus welchem die Batterie gespeist wird, nicht höher als etwa 6 Fuss mit seinem Niveau über die Oberfläche der Gefässe placirt. Ein so geringer hydraulischer Druck ist völlig ausreichend zum Zwecke gehöriger Circulation der Flüssigkeit, eine bedeutende Druckhöhe würde nur die ruhige Ausbreitung der Flüssigkeit in dem Gefässraume hindern und innerhalb der Schnitte Wege bilden, ausserdem aber durch heftiges Drängen und vehementes Ausströmen lästig sein.

Ueber den Effect dieser Maceration kann ich nicht aus eignen Erfahrungen urtheilen, und da Niemand mehr berufen sein dürfte, ein Urtheil darüber zu fällen, als der Fabricant selbst, so erlaube ich mir seine eigenen Worte darüber anzuführen:

„Die Aufstellung aller Apparate, welche zum Betriebe einer zweckmässig eingerichteten Maceration nothwendig sind, um eine ähnliche Quantität Rüben als mit Pressen zu verarbeiten, kostet viel weniger. Ihre Unterhaltung und Reparaturen sind kaum der Erwähnung werth. Ihr Bedarf an Dampf- und Menschenkraft berechnet sich circa auf 1 Drittel des beim Pressverfahren erforderlichen. Ein Schlosser ist mehr als hinreichend zu ihrer Erhaltung im dienstfähigen Zustande. Allein die Maceration erfordert Wasser, bedingt eine gewisse Continuirlichkeit im Turnus ihrer Operationen, der nicht ohne Verlust unterbrochen werden kann. Ihre Abfälle wiegen bis 58% des ursprünglichen Gewichtes der Rübe. Ihre Operationen sind den Uneingeweihten grösstentheils unverständlich und nur ein höherer Grad von Bildung kann sich solche vergegenwärtigen. Im Allgemeinen ist die Maceration mit warmem Wasser wenig bekannt, ihre Principien sind kaum verstanden und beinahe nirgends praktisch nach den Anforderungen einer bestimmten Theorie in Anwendung gebracht. Wie vielfältig sind nicht die Klagen derjenigen, die sich darin ohne Compass versucht haben. Nach ihren Ansichten wird die Rübe nicht vollständig ausgelaugt, der daraus gewonnene Saft nimmt in Folge seiner bei der Berührung mit Wasser eintretenden Verdünnung eine grosse Verdampfung in Anspruch, seine Läuterung ist ungleich und unvollständig, die daraus gewonnenen Producte sind geringer, sowohl in Qualität als Quantität, endlich macht die Wegarbeitung des in weit grösserer Menge als sonst resultirenden Scheideschlammes erhebliche Schwierigkeiten. Es lässt sich nicht verkennen, dass bei einer schlechten Manipulation diese Klagen vollkommen gegründet sind, während sie bei einer gut eingerichteten und zweckmässigen Maceration sammt und sonders (?) in ein Nichts zurückfallen. Zur Beseitigung aller (?) dieser Nachtheile ist es hinreichend, die Gesammtbatterie immer in einer Temperatur von 66° bis 68° zu halten und den Zufluss des Wassers unter schwachem aber constantem Drucke so zu regeln, dass es den Saft schichtenweise verdrängt und nicht schneller durch die Rübenschnitte strömt, als der klebrige Rübensaft das Zellengewebe zu verlassen vermag. Bei der oben angegebenen Temperatur muss, sobald sie wirklich constant bleibt, jede Zersetzung vermieden werden.

Die Langsamkeit und Regelmässigkeit der Operation des Auslaugens macht es nicht nur immer möglich, den ganzen Saftinhalt der Rübe zu gewinnen, sondern sie gewährt dem Pressverfahren gegenüber noch den grossen Vortheil, dass bei sehr zuckerreichen Rüben, trotz der zum Verdrängen angewandten grossen Wassermenge, dem Safte weniger Wasser beigemengt wird, als man genöthigt ist auf die Reibe fliessen zu lassen, wenn man den Saft ebenso vollständig auspressen will!" (?).

„Da die Abfälle dieser Maceration den Eiweissstoff, einen der wesentlichsten Nahrungsbestandtheile der Rübe, im coagulirten Zustande enthalten, welches Product bei der Presse grösstentheils verloren geht; da ferner der Faserstoff im gekochten Zustande sich mit der thierischen Natur leichter und vollständiger assimilirt, ist es unbestreitbar, dass die ausgelaugten Abfälle eines Centner Rüben mehr Nahrungsfähigkeit enthalten, als die Pressrückstände desselben Quantums."

Den höheren Futterwerth dieser Rückstände im frischen Zustande zugegeben, so darf doch nicht unerwähnt bleiben, dass sich dieselben leider nicht aufbewahren lassen. (W.)

Schützenbach hat ein anderes Verfahren der Maceration schon vor vielen Jahren vorgeschlagen, nämlich **die Maceration getrockneter Rübenschnitte.** Die grüne Maceration gelingt, wie aus Vorhergehendem gefolgert werden darf, nur befriedigend bei Anwendung von Rübenbrei und unter Mitwirkung von Rührwerken. Frische Rübenschnitte lassen sich ungleich schwieriger und mit wenig Vortheil extrahiren. Anders verhalten sich getrocknete Rübenschnitte. Sie lassen sich sehr leicht und zugleich vollständig extrahiren ohne das Erforderniss mechanischer Hülfsmittel. Darin liegt allerdings ein Vortheil.

Ferner ist als ein Vortheil des Trockenverfahrens hervorzuheben, dass sich getrocknete Rübenschnitte weit länger conserviren lassen, als frische Rüben, dass mithin dem Fabricanten die Möglichkeit geboten ist, den Betrieb seiner Fabrik auf das ganze Jahr auszudehnen, statt denselben, wie bei Verarbeitung grüner Rüben, auf die 4- bis 5monatige Wintercampagne beschränken zu müssen. Daraus resultirt denn auch eine bessere Ausnutzung des Anlagecapitals und die Möglichkeit einer vortheilhafteren Disposition über das Betriebspersonal. Durch das Trocknen wird das Gewicht der Rüben auf $^1/_5$ reducirt, in demselben Grade reduciren sich also auch die Transportkosten des Rohstoffes; die Fabrik kann nun den Bezirk, aus dem sie die Rüben entnimmt, um

das 5fache vergrössern ohne Mehrausgaben. In Folge davon werden vielleicht entferntere Landwirthe mit gutem Rübenacker, den sie bisher zu andrer Cultur verwandten, zum Rübenbau aufgemuntert, und dadurch der Fabrik Quellen für guten Rohstoff zugänglich gemacht, an deren Benutzung sie sonst nicht denken könnte. Die Maceration trockner Schnitte hat ferner das Gute, dass bei irgend einer Störung der Fabrication nicht gleich der Rohstoff entwerthet ist, wie bei den Fabriken, die die Rüben im frischen Zustande innerhalb 5 Monaten zu verarbeiten gezwungen und bei Unfällen oft genöthigt sind, einen Theil der Rüben wegen Sistirung des Betriebes unter dem reellen Preise loszuschlagen.

Diesen vorweg angenommenen Vortheilen wollen wir nun die Nachtheile entgegenhalten, welche das Trockenverfahren in Wirklichkeit als eine durchaus ungünstige Saftgewinnung erscheinen lassen. Die Rübe kann nicht zertheilt und getrocknet werden, ohne dass der Zucker theilweise zersetzt wird. Aus dunklen, braunen Rübenschnitten kann man aber selbstverständlich keinen weissen Saft gewinnen. Die Basis des Verfahrens, ein vollständiges Trocknen der Schnitte ohne alle Zersetzung resp. Bräunung, muss erst noch geschaffen werden, bis jetzt fehlt sie noch. Wohl hat man die sogenannten Röhrendarren vorgeschlagen, wo der Rauch nicht in Berührung kommt mit den Rüben; allein immer lässt die Langsamkeit und Kostspieligkeit dieses Verfahrens noch viel zu wünschen übrig. Dann ist endlich die getrocknete Rübe kein Rohmaterial, das sich lange unverändert erhalten lässt, es sei denn, dass es gegen Feuchtigkeit genügend geschützt wäre, was ohne bedeutende Kosten aber nicht zu erzielen.

Zur Zerkleinerung der Rüben behufs des Trocknens bedient man sich derselben Maschine (Fig. 70 bis 75), die bei der warmen grünen Maceration beschrieben wurde. — Die erhaltenen fingerdicken Rübenschnitte schichtet man in dünner Lage über Drahtgeflechten auf und lässt sie da von warmer Luft oder Rauch umspielen. Hierbei ist eine Ueberhitzung einzelner Lagen oft nicht zu vermeiden und die unausbleibliche Folge davon Zuckerzersetzung unter zuweilen starker Bräunung.

Die Gewinnung des Saftes aus den getrockneten Rübenschnitten geschieht in eben solchen Macerationsgefässen, wie wir sie bei der grünen warmen Maceration (Fig. 76 bis 81) beschrieben haben.

Die Trockenschnitte werden behufs der Saftgewinnung vorher mit Kalkmilch eingemaischt, wozu man sich in Waghäusel sehr

vortheilhaft einer ähnlichen Maschine wie Fesca's Zuckermaischmaschine bedient, in der man zu 100 Pfd. Schnitte 4 Pfd. Kalk verwendet.

So aufgeschlossen oder erweicht, kommen 30 Ctr. trockner Schnitte in jedes Extractionsgefäss von 7′ Höhe. Im Ganzen sind 20 solcher Macerationsgefässe da, wovon 15 bis 16 stets mit Schnitten gefüllt sind, über die die Macerationsflüssigkeit steigt, um mit 18 bis 20° Bé. Dichtigkeit nach den Scheidekesseln befördert zu werden. Der Ueberdruck, der dabei angewandt wird, beträgt 15′. Das Wasser wird mittelst Dampfspiralen auf 50° bis 75° R. in der Extractionsbatterie gehalten. Dabei hat sich jedoch die Nothwendigkeit herausgestellt, von 3 zu 3 Stunden in jedem Gefässe noch 10 bis 12 Pfd. Kalk zu geben, „nachzukalken", wie man sich ausdrückt; so dass in Summa wenigstens 6 Pfd. Kalk auf 100 Pfd. trockne Rüben, oder 1,1% Kalk auf 100 frische Rüben kommen. Der gewonnene Saft ist sehr dunkel und stark kalkhaltig, er kommt in Folge dieses Kalkgehalts schon klar, also geschieden, zur weiteren Verarbeitung. Für 1000 Ctr. trockner Schnitte täglich, erhalten aus circa 5500 Ctr. frischer Rüben, werden nur 15 Arbeiter pro Schicht oder 30 Arbeiter pro Tag benöthigt; so dass sich die Arbeiterzahl für 1000 Ctr. frischer Rüben pro Tag, nach der Proportion 5500 : 30 = 1000 : x, auf 6 Menschen beschränkt — allerdings ein Minimum Handarbeit zur **Saftextraction,** wobei man aber nicht vergessen darf, dass das **Trocknen** von 1000 Ctr. frischer Rüben ungefähr 130 Menschen erfordert.

Die Kosten des Trocknens berechnen sich für 100 Pfd. trockner Rübenschnitte ungefähr wie folgt:

Arbeitslohn	— Fl.	17	Kreuzer	rheinisch.
Brennstoff *) . . .	1 „	2,25	„	„
Reparaturen . . .	— „	2,75	„	„
Maschinenkraft . .	— „	4,50	„	„
Diversa	— „	8,00	„	„
Summa	1 Fl.	34,50	Kreuzer	oder 27,1 Sgr.

*) 1 Ctr. Coaks kostet 47 Kreuzer.

Wenn nun 100 Pfd. trockne Rübenschnitte günstigsten Falls restiren aus 550 Pfd. grüner Rüben, so berechnen sich für 100 Pfd. grüner Rüben die Trocknungskosten auf $\frac{27 \cdot 10}{55}$ oder circa 5 Sgr. Rechnen wir dazu den Preis pro 100 Pfd. Rüben mit 10 Sgr., so kosten die von 100 Pfd. grüner Rüben gewonnenen trocknen Rübenschnitte

15 Sgr.; oder etwas mehr als 100 Pfd. Saft aus frischen Rüben selbst bei der ungünstigsten der gebräuchlichen Saftgewinnungsmethoden kosten. (Vergl. die bei den betreffenden Saftgewinnungsmethoden aufgestellten Calculationen).

Daher sagt denn auch Liebig über dieses sogenannte ältere Schützenbach'sche Verfahren, „dass dabei erst eine nicht unbedeutende Summe für Brennmaterial verschwendet werden muss, um alles Wasser aus den Rüben zu entfernen. Zum Zwecke des Auslaugens ist dann abermals Wasserzusatz erforderlich, dessen Verdampfung zum zweiten Male viele Brennstoffkosten verursacht. Bei anderen Saftgewinnungsmethoden braucht man doch das Lösungsmittel des Zuckers, das Wasser, nur einmal zu verdampfen, hier hat man diese Kosten doppelt. Zuletzt bleibt ein für die Viehfütterung ganz untauglicher Rückstand, der höchstens als Düngmittel dienen kann."

Andre Fabriken, die nach diesem Verfahren arbeiten, zerkleinern die getrockneten Rübenschnitte mit einer Art Reibe und laugen dieses Pulver mit Kalkwasser aus. Die Resultate bleiben in beiden Fällen dieselben; immer aber sind sie — nicht die besten!

Im Folgenden wollen wir versuchen, nach Maassgabe der bei den anderen Saftgewinnungsmethoden aufgestellten Calculationen zu berechnen, wie viel bei der Saftgewinnung aus trocknen Rübenschnitten 100 Pfd. Saft ursprünglicher Concentration kosten.

a.	120000 Ctr. Rüben, Kaufgeld à $^1/_3$ Thlr. . . .	40000 Thlr.
b.	Heranführen derselben und Reinigen	1120 „
c.	Zinsen und Amortisation der Anlage Trockenöfen dazu 10000 Thlr. Zum Saftgewinn . 10000 „ 20000 Thlr. à 10% . .	2000 „
d.	Trocknen der Rüben à 5 Sgr. pro 100 Pfd. . .	20000 „
e.	Arbeitslöhne von 6 Menschen pro Tag, in 120 Tagen daher 720 Arbeitstage à $^1/_3$ Thlr. . .	240 „
f.	Reparaturen etc.	500 „
	Summa	63860 Thlr.

Der bei diesem Verfahren gewonnene Saft hat circa 18° Bé., ist also fast dreimal so concentrirt wie ursprünglicher Rübensaft. Demnach müssen von obigen Saftgewinnungskosten die Verdampfungskosten abgerechnet werden, welche nöthig gewesen wären zur Ein-

dickung eines dreifach grösseren Saftquantums ursprünglicher Dichte auf $^1/_3$ = Saft von 18° Bé. Diese Kosten betragen höchstens (1 Pfd. Kohle zu 5 Pfd. Wasserverdampfung angenommen) 12400 Ctr. Kohle à $^1/_2$ Thlr. = 6400 Thlr., also bleiben Rest 57460 Thlr.

Nehmen wir nun selbst eine ganz vollkommene (in der Wirklichkeit aber nicht mögliche) Saftausbeute von 95% = 113000 Ctr. Saft an, so stellen sich die Selbstkosten von 100 Pfd. Saft doch noch auf 15 Sgr. 3 Pf.; während diese Kosten bei allen anderen Saftgewinnungsmethoden (mit Verarbeitung frischer Rüben) nicht mehr als 14 Sgr. 11 Pf. betragen, so dass bei obigem Verfahren 100 Pfd. Saft wenigstens 4 Pf. theurer sind und dabei noch obendrein von ungleich schlechterer Qualität, denn 100 Theile Saft von grünen Rüben geben bedeutend mehr und besseren krystallisirten Zucker, als 100 Theile Saft aus getrockneten Rüben.

Ferner ist noch zu berücksichtigen, dass der Maschinendampf, der bei dem Saftgewinne aus grünen Rüben abgeht, nahezu hinreicht, den Saft bis 18° Bé. einzudicken, dass also kraft dieser Leistung des Retourdampfes dort auch der Saft dreimal so concentrirt als im Zustande ursprünglicher Dichte mit denselben Mitteln erzielt werden könnte; folglich streng genommen die 6400 Thlr. für Brennstoff nicht abgerechnet zn werden brauchten, in welchem Falle dann 113000 Ctr. Saft 63860 Thlr. gekostet hätten, oder 100 Pfd. Saft nahezu 17 Sgr. (W.)

Die Schützenbach'sche Maceration trockner Rübenschnitte bietet daher gar keine Vortheile im Vergleiche mit den übrigen gebräuchlichsten Methoden und verdient mit Fug und Recht die vielen Vorwürfe, die man derselben in der Praxis macht. — Die Speculation, welche sich im grossartigsten Maassstabe mit dieser Methode in einigen Etablissements befasste, steht vereinzelt da, kein rationeller Fabricant folgte dem abschreckenden Beispiele und Keiner wird sich weiter mit so unvernünftigen Kosten belasten wollen.

Die bei diesem Verfahren resultirenden Futterrückstände — mit ihrem bedeutenden Kalkgehalte verdienen sie diesen Namen kaum — bestehen nach Dr. Grouven aus:

Pro 100 Gewichtstheile	Macerationsrückstände von Waghäusel	
	frisch	vergohren
Wasser	79,60	74,80
Proteïnstoffe	2,33	3,30
Zucker	—	—
Fett	0,13	0,10
Wasserextract	1,73	2,93
Stickstofflose organische Verbindungen	4,70	8,11
Holzfaser	4,30	4,00
Asche *)	5,87	6,17
Sand und Thon	1,34	0,59
	100,00	100,00

*) Die Asche besteht hauptsächlich aus Kalk und Kieselerde.

Den Futterwerth dieser Rückstände nimmt er bei einem Heupreise von 8 Thaler pro 1000 Pfd. Heu an zu 5,1 Sgr. bis 6,5 Sgr., also niedriger wie Presslinge. (W.)

Um den Saft schon vor seiner Trennung von der Rübensubstanz durch einen Scheideprocess zu läutern, hat man vorgeschlagen, gleich dem frischen Rübenbreie vor seiner Weiterbehandlung Kalk zuzusetzen. Indess erwächst dem Safte daraus kein Vortheil, wenigstens kein solcher, welcher den Schaden der durch Kalkgehalt verschlechterten Futterrückstände aufwöge. Ausserdem lässt sich kalkhaltiger Brei schlechter pressen als sonst, obwohl der Kalk den Brei körniger macht und ihm seine Schlüpfrigkeit nimmt. Der vom gekalkten Breie abfliessende Saft ist allerdings hell und klar wie Scheidesaft.

Eine Erwähnung dürften hier noch die Filterpressen des Herrn Grafen Real verdienen, deren sich M. Baudrimont bediente, um den Rübensaft aus dem Breie mit Hülfe des Druckes einer Wassersäule zu gewinnen, wobei die Operationen der Auswaschung, der Filtration und Pressung zugleich angewandt wurden.

In Röhren von 5″ Diameter wurde bei einem schwachen Drucke der Rübensaft nur sehr langsam in einem Zeitraume von 12 Stun-

den gewonnen. Zuerst wurden $^2/_3$ des Saftes unvermischt mit Wasser erhalten, dann verminderte sich aber die Dichtigkeit des Saftes bedeutend, bis endlich eine süsse Flüssigkeit resultirte, die neben $^4/_5$ Wasser nur $^1/_5$ ursprünglichen Saft enthielt. Unter stärkerem Drucke, nämlich dem einer Wassersäule von 30′ Höhe, wurde der Brei in einer halben Stunde ausgelaugt, der abfliessende Saft enthielt 50% Wasser. Unter dem Drucke einer Wassersäule von 500 bis 600′ endlich wurden $^3/_4$ des Saftes unvermischt, das letzte Viertel aber mit einer gleichen Menge Wasser gemischt erhalten, so dass der Saft im Ganzen 25% seines Gewichts Wasser aufgenommen hatte. Noch grössere Pressionen trieben den Brei so fest zusammen, dass er den Saft nicht abfliessen liess. Aus diesen Verdrängungsversuchen Baudrimont's scheint hervorzugehen, dass die Menge des in den Saft eingehenden Wassers im umgekehrten Verhältnisse zum angewandten Drucke steht, je stärker der Druck, desto weniger Wasser ist zum Auslaugen des Breies nöthig, desto weniger wird der gewonnene Saft verdünnt. Die Verdrängung des Saftes durch Luft statt durch Wasser ist vielfach, bis jetzt aber leider ohne Erfolg, versucht worden, ebenso war die damit gleichbedeutende Saftextraction mittelst Luftleere bisher ohne günstige Wirkung, wohl schon aus dem Grunde, weil dabei der Druck nicht über eine Atmosphäre forcirt werden kann. (W.)

Die Ermittlung des Zuckergehalts der Träber.

Sie kann geschehen durch Alkoholextraction der Träber oder durch Polarisation derselben. Nach ersterem Verfahren lässt man eine gewogene Menge Träber (bei Pressel vielleicht $^1/_4$ oder $^1/_2$ Presskuchen, etwa gleich 150 bis 300 Gramm) möglichst rasch trocknen, am besten durch die heisse Luft der Zuckerstaven, in welche man sie, zu dünner Schicht ausgebreitet, gleich nach dem Wägen einsetzt. Nach dem Trocknen wird die Masse zerrieben und mit Alkohol von circa 75° bis 80° mehrere Male hintereinander kalt ausgezogen. Man dampft nun sämmtliche erhaltene Auszüge vorsichtig bei mässiger Wärme

(im Wasserbade) ein und wägt den krümlichen Rückstand, sobald er vollkommen trocken ist, d. h. durch fernere Trockenwärme keinen Gewichtsverlust mehr erleidet. Da Alkohol neben Zucker manche andre organische und auch unorganische Substanzen aus der Rübe löst, so ist der erhaltene trockene Rückstand niemals eine reine Zuckermasse: die Analyse kann also, wenn sie auch andern Untersuchungsmethoden gegenüber den Vortheil bietet, dass sie sich auf directe Wägung der quantitativ zu ermittelnden Substanz gründet, nie ein ganz zuverlässiges Resultat geben.

Ausserdem ist eine solche Zuckergehaltsprüfung mittelst Alkoholextraction trotz anscheinender Einfachheit weit umständlicher und zeitraubender, als das jetzt allgemein gebräuchliche Polarisationsverfahren. Letzteres kann freilich, wie jede andere analytische Operation, sehr verschieden ausfallen, d. h. sehr verschiedene Ziffern für den Zuckergehalt der Träber ergeben, je nachdem man dabei mehr oder weniger sorgfältig operirt. Die sicherste Methode scheint die von Otto empfohlene zu sein, nur erfordert sie ein im Polarisiren sehr geübtes Auge und einen sehr genauen Polarisationsapparat, da man sehr verdünnte Lösungen zu untersuchen hat.

Ein frisch aus der Presse genommener circa $^5/_6$ Pfd. schwerer Presskuchen (aus einer Presse von circa 24 Zoll im Quadrat Packfläche, dünn, über 36% Wasser auf die Reibe) wurde fein gerieben und die krümliche Masse unter Auslesen unzerriebener Rübenschaalenstücke auf einer grossen Porcellanschüssel mit der Hand genau gemischt. 100 Gramm dieser nun durchaus gleichartigen Masse wurden behufs Ermittlung des Gehaltes an verdünntem Safte auf einem möglichst dichtmaschigen wollenen Tuche (Flanell-Colatorium), welches über einen Holzrahmen (Tenakel) aufgespannt war, durch oft wiederholtes Aufgiessen von viel Wasser vollständig ausgewaschen. Das Eindringen des Wassers in die auf dem Tuche liegende breiige Masse wird wesentlich gefördert, wenn man dieselbe während des Wasseraufflusses beständig mit den Händen quetscht und zerreibt. Nach dem Auswaschen wurde der Rückstand getrocknet und darauf gewogen; sein Gewicht betrug 26,5 Gramm. Folglich enthielten 100 Gramm Pressel (100 — 26,5) = 73,5 verdünnten Saft, d. h. lösliche Substanzen + Wasser.

Zum Zwecke der Polarisation wurden nun 100 Gramm*) desselben

*) Es braucht wohl kaum bemerkt zu werden, dass man statt 100 Gramm jede beliebig grössere Menge zur Untersuchung verwenden, ferner, dass man

Pressels in einer Porcellanschale mit 300 Gramm heissem Wasser übergossen und so lange damit in Berührung gelassen unter beständiger Agitation der Masse, bis man überzeugt sein konnte, dass aller zugängliche Saft des Pressels vom Wasser aufgenommen sei. Der durch kräftiges Abpressen erhaltene sehr verdünnte Saft wurde nun polarisirt und zu $1^1/_2$% Zuckergehalt gefunden. Daraus berechnete sich für das ganze Gewicht des verdünnten Saftes, welches laut obiger Ermittlung (300 + 73,5) = 373,5 Gramm betragen musste, ein Gehalt von $\frac{373,5 \times 1,5}{100} = 5,6$ Gramm Zucker. Diese 5,6 Gramm Zucker sind in dem Safte von 100 Gramm Pressel gefunden, oder mit andern Worten: das Pressel enthielt 5,6 Procent Zucker. Das Verfahren lässt sich wesentlich vereinfachen, wenn man, statt mittelst der immerhin langwierigen und lästigen Auswaschung den Saftgehalt des Pressels zu bestimmen, einfach das Pressel trocknet und den dadurch gefundenen Wassergehalt desselben in der Rechnung für den Saftgehalt substituirt. Der daraus entstehende Rechnungsfehler ist zu gering, um gegenüber der Erleichterung der Untersuchungsmethode ins Gewicht zu fallen. 100 Gramm obigen Pressels hinterliessen nach dem Trocknen 35 Gramm, ihr Wassergehalt betrug danach (100 — 35) = 65%. Diese 65% Wasser für die oben gefundenen 73,5 verdünnten Saft substituirt, so berechnen sich aus obigem Polarisationsbefunde statt früher $\frac{373,5 \times 1,5}{100} = 5,6\%$ jetzt $\frac{365 \times 1,5}{10} = 5,47\%$ für den Zuckergehalt des Pressels — eine sehr unbedeutende Differenz, denn sie beträgt nicht mehr als $\frac{0,13}{5,6}$ = circa $\frac{1}{43}$ des richtigen Procentgehalts*).

statt einen Kuchen deren viele zerreiben und mischen kann, um ein Mittelquantum aus möglichst viel Pressel zu erhalten. Letzteres Verfahren möchte sich dort empfehlen, wo man seine Presseluntersuchungen überhaupt auf nur wenige dann und wann ausgeführte Polarisationen beschränken muss. Für genauere Bestimmungen dagegen möchte es erwünscht sein, möglichst viele einzelne dem scheinbaren Pressergebnisse nach verschiedene Kuchen zu polarisiren, um auch den Maximal- und Minimalgehalt des Pressels zu wissen. (Br.)

*) Für gewöhnlich ist es auch nicht einmal nöthig, den Wassergehalt des Pressels durch Trocknen zu ermitteln, man nimmt dafür einfach eine Mittelzahl z. B. 65% bis 68% an. Der daraus erwachsende Fehler kann höchstens (bei 62% bis 70% Wasser im Pressel, S. 231) 0,1% Zucker zu viel oder zu wenig

Stellen wir unsre mit drei gleichen Presselquantitäten angestellten Untersuchungen zusammen, so ergiebt sich daraus folgende Zusammensetzung des Pressels:

Durch Auslaugen gefunden	73,5%	verdünnter Saft, welcher enthielt
„ Trocknen „	65 %	Wasser, also
	8,5%	lösliche Bestandtheile,
wovon durch Polarisation gefunden	5,6%	Zucker waren, demnach
	2,9%	Nichtzucker sein mussten.

Auf 100 Pressel berechnet sich hiernach ein Gehalt von

	65 Wasser	
35 trockner Rückstand	5,6 Zucker	8,5 lösliche Bestantheile.
	2,9 Nichtzucker	
	26,5 Rübenfaser	
	100,0.	

Da 17½% vom Rübengewichte Pressrückstand erhalten wurden, so enthielt dieser auf 100 Rübe berechnet:

11,37 Wasser
0,98 Zucker
0,05 Nichtzucker
4,65 Faser

17,5.

betragen, wogegen der Vortheil: die Vermeidung des lästigen und zeitraubenden Trocknens, sehr hoch angeschlagen werden muss. Fällt die Trockenoperation weg, so ist nichts einfacher als eine Presselpolarisation. Extraction mit dem dreifachen Gewichte heissen Wassers, Polarisation des ausgepressten Saftes und Multiplication der gefundenen Procente mit 3,66 — das ist Alles. Sämmtliche S. 283 angeführten Polarisationen sind auf diese Weise ausgeführt. — Man wird natürlich durch Wahl eines möglichst tiefen Gefässes bei der Extraction und sorgfältiges Bedecken desselben während des Nichtagitirens dafür sorgen, dass kein Wasserverlust durch Verdampfen stattfindet. Die ganze Operation nimmt nur sehr geringe Zeit in Anspruch. Wo, wie oben, Zucker und zugleich Nichtzucker im Pressel bestimmt werden sollen, kann natürlich weder Trocknen noch Auslaugen vermieden werden. Bei blossen Zuckergehaltsbestimmungen genügt aber durchaus das letzterwähnte einfachere Verfahren. (Brandes).

Der Saft der verarbeiteten Rüben, von welchen das Pressel zurückgeblieben war, zeigte als Durchschnitt einiger Eindampfoperationen und Polarisationen:

14,3% Trockenrückstand

neben durchschnittlich

11,5% Zuckergehalt,

woraus sich auf 100 verarbeiteter Rübe berechnen

$\frac{96 \,.\, 14{,}3}{100} = 13{,}7$ feste Saftbestandtheile, von denen

$\frac{96 \,.\, 11{,}5}{100} = 11{,}0$ Zucker, folglich

2,7 Nichtzucker waren.

Wie man sofort sieht, ist das Verhältniss zwischen Zucker und Nichtzucker in der Rübe selber ein weit günstigeres als im Pressel; während es in jener $= \frac{11{,}0 \text{ Zucker}}{2{,}7 \text{ Nichtzucker}}$, beträgt es in diesem $= \frac{5{,}6 \text{ Zucker}}{2{,}9 \text{ Nichtzucker}}$.

Aus jenem Verhältnisse würde sich auf 100 feste Saftbestandtheile ein Zuckergehalt berechnen von $\frac{11{,}0 \times 100}{(11{,}0 + 2{,}7)} = 80{,}2\%$, aus diesem dagegen ein weit geringerer, nämlich nur $\frac{5{,}6 \times 100}{(5{,}6 + 2{,}9)} = 65{,}9\%$.

Dieser Unterschied ist zu bedeutend, um übersehen werden zu dürfen. Andre fanden indess noch grössere Differenzen, z. B. fand Otto (landwirthschaftliche Gewerbe, S. 168) neben 10,4% löslichen Bestandtheilen im Pressel 5,2 Zuckergehalt, woraus sich auf 100 feste Saftbestandtheile ein Zuckergehalt von nur $\frac{5{,}2 \times 100}{10{,}4} = 50\%$ berechnet.

In solchen Fällen müssen entweder die „löslichen Bestandtheile" des Pressels zu hoch, oder es muss der Zuckergehalt durch Polarisation geringer gefunden sein, als er wirklich ist. Wenn man das Pressel mit heissem Wasser anhaltend auslaugt, so wird wahrscheinlich ein Theil des Pectos der Zelle mit gelöst, dessen Betrag dann mit unter den löslichen Bestandtheilen in Anrechnung kommt. Ebenso können bei dieser Auslaugungsoperation die sehr feinen Rübenfasern des Pressels durch die Maschen des Tuches fortgespült werden und

auch diese berechnen sich später unvermeidlich als lösliche Stoffe. Es ist nicht unmöglich, dass unter Umständen alle drei erwähnten Momente: zu geringes Polarisationsergebniss, Pectinbildung und Auswaschungsverlust durch Fortspülen feiner Zellentheilchen zusammenwirken und das Untersuchungsresultat unrichtig machen. In der zuerst angeführten Untersuchung wurde nur mit kaltem Wasser ausgewaschen, Andre empfehlen die Anwendung heissen Wassers zu Ende der Auslaugung.

Centrifugenträber brauchen streng genommen behufs der Ermittlung ihres Zuckergehalts nicht mit Wasser macerirt zu werden, da sie genug leicht abzupressenden Saft enthalten, aus dessen Polarisationsergebnisse ihr Zuckergehalt bei Berücksichtigung der übrigen Daten leicht resultirt. Indessen möchte ein Wasserzusatz, der natürlich nicht so bedeutend zu sein braucht, wie bei Presselanalysen, doch genauere Resultate veranlassen, weil durch denselben wohl mehr des in unaufgeschlossenen Zellen enthaltenen Saftes in die zu polarisirende Flüssigkeit gebracht wird.

Von der an der Trommelwandung haftenden frisch ausgeschleuderten Träberschicht wurde eine etwa 6″ breite Zone genau vertical von oben nach unten in voller Dicke mit der Schaufel herausgestochen und die Masse in einer grossen Porcellanschüssel sorgfältig durcheinander gemischt.

100 Gramm davon wurden getrocknet und ergaben 17,6 tocknen Rückstand. Der Wassergehalt der Träber betrug also = (100 — 17,6) = 82,4%. 100 Gramm derselben Träber wurden mit 100 Gramm heissem Wasser unter starker Agitation extrahirt und der dünne Brei nach einiger Zeit stark abgepresst. Die Flüssigkeit polarisirte 1,3%, woraus sich auf 182,4 Gramm derselben ein Gehalt von $\frac{1,3 \times 182,4}{100}$ = 2,3 Gramm Zucker berechnet. Die Träber enthielten also 2,3% Zucker. Wie man sieht, ist auch bei diesem Versuche in der Rechnung der Wassergehalt der Träber für deren Saftgehalt substituirt, was jedenfalls zulässig, da der daraus erwachsende Untersuchungsfehler im ungünstigsten Falle kaum $^1/_{10}$ Proc. Zucker betragen kann. Nimmt man z. B. 185,7 Saft in den Träbern an (auf die gefundenen 2,3 Zucker ein Maximum z. B. 1,0 Nichtzucker gerechnet, welches Verhältniss in Wirklichkeit nicht möglich), so berechnet sich der Zuckergehalt der Träber doch nur

auf $\frac{1,3 \times 185,7}{100} = 2,41\%$, während er bei alleiniger Berücksichtigung des Wassergehalts auf 2,36% gefunden wurde. Die daraus erwachsende Differenz von $\frac{0,05}{2,41} = \frac{1}{48}$, um welche der Zuckergehalt zu niedrig gefunden wird, kann in der Praxis nicht in Betracht kommen*).

Da nun in unserm Falle von 100 Gewichtstheilen Rübe circa 32 Gewichtstheile Centrifugenträber restirten, so betrug nach obigem Polarisationsergebnisse der Zuckerverlust in den Träbern von 100 Rübe $\frac{2,36 \times 32}{10} = 0,75\%$, folglich, da die verarbeiteten Rüben durchschnittlich 12,8% Zucker enthalten hatten (der unverdünnte Rübensaft polarisirte 13,3% durchschnittlich), $\frac{12,8}{0,75} = \frac{1}{17}$ des ganzen Zuckergehalts der Rübe, oder, was dasselbe ist: in den Träbern gingen $\frac{1}{17}$ des unverdünnten Saftes der Rübe $= \frac{96}{17} = 5,6\%$ Saft verloren.

Macerationsrückstände können nach geschehener Auspressung nicht genau mehr auf Zuckergehalt geprüft werden, da derselbe zu gering; man prüft deshalb nur, wie schon bemerkt, die von dem erschöpften Breie abgepresste Flüssigkeit, zu welchem Zwecke man eine gewogene Menge derselben auf $^1/_8$ oder $^1/_{10}$ ihres Gewichts eindampft und den Procentgehalt dieser concentrirten Flüssigkeit mit 8 oder 10 dividirt. Daraus wird dann der Totalbetrag an Zucker berechnet, welcher in der gesammten abgelassenen wässrigen Flüssigkeit verloren geht.

Ventzke empfahl eine andre Methode der Träberuntersuchung mittelst Polarisation. Er polarisirte bei Pressrückständen nur den zuletzt von der Presse ablaufenden Saft und berechnete aus dessen Zuckergehalte den Zuckergehalt des Presskuchens nach der Annahme, des letztern Saft sei ganz gleich dem am Ende der Pressung aus dem Kuchen abrinnenden Safte.

*) Auch hier kann man sehr wohl das jedesmalige Trocknen der Träber wegfallen lassen, indem man immer einen bestimmten mittleren Wassergehalt derselben z. B. 83% bis 85% annimmt. Eine Träberpolarisation bestände dann nur aus: 1) Extraction mit dem gleichen Gewichte heissen Wassers, 2) Polarisation des abgepressten Saftes und 3) Multiplication der gefundenen Procente mit 1,84. (Brandes).

Nach diesem Verfahren wurde folgender Versuch angestellt. 100 Gramm Pressel liessen beim Trocknen 33,5 Rückstand, der Wassergehalt derselben betrug also 66,5%. Der am Ende der Pressung abrinnende Saft polarisirte 6,5%, enthielt demnach auf 6,5 Zucker 93,5 Wasser + den übrigen festen Saftbestandtheilen ausser Zucker. Nach diesem Verhältnisse kommen auf die im Pressel gefundenen 66,5% Wasser (wenn man obige 93,5% schlechtweg als Wasser annimmt und den Nichtzuckergehalt desselben nicht mit berücksichtigt) $\frac{66,5 \times 6,5}{93,5} = 4,6\%$ Zucker, oder mit andern Worten: 100 Gramm Pressel enthalten 4,6 Gramm Zucker. — Der Fehler, welcher durch den als Wasser angenommenen Nichtzuckergehalt des polarisirten Saftes gemacht wird, ist sehr gering, er beträgt z. B. bei 2% Nichtzuckergehalt des Saftes im obigen Falle nur $\frac{2}{93,5}$ = circa $\frac{1}{46}$ des berechneten Procentgehalts, letzterer würde unter dieser Annahme statt 4,6 nun zu $\frac{66,5 \times 6,5}{91,5} = 4,7$ gefunden werden. Eine so geringe Differenz verdient nicht als ein Moment zu Ungunsten dieser Analysirmethode hervorgehoben zu werden. Sehr schwer ins Gewicht fällt dagegen der Uebelstand, dass in den meisten Fällen der in dem Presskuchen zurückgehaltene Saft concentrirter sein wird, als der abrinnende. Gleicher Concentration können beide Säfte nur dann sein, wenn unverdünnter Rübenbrei gepresst wird. Wenn dagegen bei nur einmaligem Pressen Wasser auf die Reibe gelassen wird (wir haben gesehen, es geschieht immer, wo man nur einmal presst), ferner wenn die Kuchen nach Eintauchen in Wasser zum zweiten Male gepresst werden oder Einmaischen der Kuchen vor dem zweiten Pressen stattfindet (siehe die Beschreibung dieser Methoden im Früheren), — so wird in allen diesen Fällen der vom Kuchen zurückgehaltene Saft zuckerhaltiger sein als der abrinnende. In der That wurde auch in demselben Pressel, welches man oben nach Ventzke's Methode zu 4,6% Zuckergehalt fand, nach dem erst beschriebenen (Otto'schen) Verfahren 5,3% Zucker gefunden. Beide Proben zu 100 Gramm waren von ein und demselben Presskuchen, den man, wie oben beschrieben, vorher zerrieben und nach dem Zerreiben sorgfältig zu einer durchweg gleichartigen Masse gemischt hatte. Die gefundene Differenz kann also nicht wohl in ungleicher Beschaffenheit der Untersuchungsobjecte gesucht werden. Der Zufluss auf die Reibe war

ziemlich bedeutend, etwa 36 bis 40%; an Pressrückstand wurden erhalten 17,8%. Ventzke's Untersuchung ergab hiernach auf 100 Rübe im Pressel $\frac{4{,}6 \times 17{,}8}{100} = 0{,}8$ Zucker, Otto's auf 100 Rübe $\frac{5{,}3 \times 17{,}8}{100} = 0{,}9$ Zucker *).

Ueberblickt man alle die bei Träberpolarisationen so leicht möglichen Fehler, welche, wie wir gesehen haben, theils durch die besondere Art der Untersuchungsmethode und deren mehr oder minder sorgfältige Ausführung, theils aber auch durch die Beschaffenheit der Träber selber, vorzüglich durch die Unzugänglichkeit eines Theils ihres Saftgehaltes herbeigeführt werden können, so erscheint es dringend geboten:

1) Angaben über den Polarisationsbefund der Träber — jetzt fast ein Modeartikel in der zuckertechnischen Literatur! — nur mit grösster Vorsicht aufzunehmen und überall nur solche zu respectiren, welche entweder durch die Art der beigefügten Untersuchungsmethode, oder durch den Namen des Untersuchenden die sichere Bürgschaft ihrer Zuverlässigkeit bieten.

2) Den durch Polarisation ermittelten Zuckergehalt der Träber niemals als ein Argument der für jeden einzelnen Untersuchungsfall factisch gewonnenen Saftmenge zu benutzen, sondern nur als einen Maassstab zum Vergleiche der bei verschiedenen Saftgewinnungsmethoden restirenden Träber untereinander, ferner wohl noch als ein Mittel der Controle, angewandt neben der Ermittlung der erzielten Saftmenge mittelst directer Wägung und Messung.

In solcher beschränkter Anwendung mögen Träberpolarisationen allerdings Nutzen stiften, nicht aber, wenn man sie in Fragen der Saftgewinnung als ein Auskunftsmittel en tous cas, als einen Universalschlüssel für alle betreffs des quantitativen Erfolges der Saftarbeit auftauchenden Zweifel in Anspruch nimmt. Diese Krankheit des Zuvielpolarisirens, an der, wie schon früher gesagt, einige Fachschriftsteller heutzutage etwas leiden, findet sich indessen bis jetzt noch selten in der wirklichen Praxis; das Gros der Zuckerfabrikin-

*) Die Methode Ventzke musste hier auseinandergesetzt werden, theils weil in neuester Zeit noch häufig danach polarisirt wird, theils auch, weil die meisten der ältern Polarisationsziffern keine andre als diese Basis haben, wonach also ihr Werth zu ermessen ist. Der einfacheren, S. 310 (Anmerkung) angeführten Methode gegenüber empfiehlt sie sich selbstredend nicht. (Brandes).

spectoren und Siedemeister polarisirt im Gegentheil zu wenig, hält alle die durch Polarisation gewonnenen Ziffern häufig für „graue Theorie“ und verlässt sich nur auf diejenigen greifbaren Resultate, welche die Füllstube und der Zuckerboden aufzuweisen haben. Man mache nur einmal die Runde durch die Fabriken, ob man auf die Frage: „Wie sind Sie mit Ihren Pressen oder Centrifugen zufrieden und welche Ausbeute erhalten sie durchschnittlich?“ die Antwort bekommt: „Unsre Rückstände polarisiren so und so viel, das macht die und die Saftausbeute!“ In den wenigsten Fällen! Wohl aber wird geantwortet werden: „Pressen gaben uns täglich so viel Brode, bei Centrifugen erhalten wir so viel.“ In der That darf dem Fabricanten nicht verdacht werden, dass er sich bei der Taxation der Saftausbeute nur auf diese handgreiflichen Beweise verlässt, denn er hat oft genug Gelegenheit gehabt, den Unwerth solcher Polarisationsziffern, die hie und da nur behufs der Reclame für die Vortrefflichkeit irgend eines neuen Saftgewinnungsverfahrens publicirt wurden, gründlich zu erkennen. Ist es doch z. B. eine bekannte Thatsache, dass in den Safterträgen des Press- und Centrifugalverfahrens lange die Differenz in Wirklichkeit nicht existirt, welche nach den über beide Methoden veröffentlichten Träberpolarisationen zwischen ihnen stattfinden müsste. Der Ertrag des Centrifugalverfahrens ist lange nicht so viel höher, als die Schleuderrückstände den vielen Untersuchungen nach geringer polarisiren sollen gegenüber den Pressrückständen.

Solche offenkundige Widersprüche sind ein Beweis, dass unsre Industrie noch lange nicht frei ist von einem gewissen Geschäftsgeiste, der nur seine Waare lobt, um Käufer zu finden.

Bestimmung der einzelnen Bestandtheile des Rübensaftes nach Qualität und Quantität.

Der Rübensaft ist, wie wir gesehen haben, eine Lösung verschiedener fester Substanzen (Zucker und „Nichtzucker“) in Wasser. Handelt es sich um die Werthbestimmung eines Saftes — und das ist die

Aufgabe dieses Capitels — so fragt man in der Praxis zunächst: Wie schwer ist der Saft? wie viel Grade zeigt er? oder rationeller: wie gross ist sein specifisches Gewicht? Alle diese Fragen kommen auf Eins hinaus, sie wollen nichts Anderes erkunden als den Gehalt des Saftes, d. h. die Menge der festen Substanzen, welche er aufgelöst enthält. Je reicher der Saft an festen Stoffen, desto schwerer oder dichter ist er, desto grösser sein specifisches Gewicht. Auf die Ermittlung des letztern, als eines Maasses der gelösten Stoffe, beschränkt sich in den meisten Fällen der grossen Praxis die quantitative Bestimmung des „Gehalts" der Säfte.

Man ermittelt das specifische Gewicht des Saftes (wie überhaupt das aller andern Flüssigkeiten) auf zweifache Weise:

1) Durch directe Wägung zweier gleich grosser Volumina Saft und Wasser und Division des gefundenen Saftgewichtes durch das Gewicht des Wassers. Der resultirende Quotient, welcher mithin angiebt, um wieviel ein bestimmtes Volum Saft schwerer wiegt, als ein gleiches Volum Wasser, ist das gesuchte specifische Gewicht des Saftes. Zur Wägung kann man ein Gefäss von jeder beliebigen Grösse benutzen. Fasst z. B. ein Glas genau gefüllt 32 Gramm Wasser von 14° R., dagegen (bei ebenso genauer Füllung) 33,28 Gramm des zu prüfenden Saftes, so ist dieser im umgekehrten Verhältnisse der Gewichte, also um $\frac{33,28}{32} = 1,0401$ mal schwerer oder dichter, als jenes, d. h. mit andern Worten: das specifische Gewicht des Saftes ist = 1,0401. Benutzt man zu solchen Bestimmungen Gefässe, die für einen bestimmten Rauminhalt justirt sind, also eine bestimmte Menge destillirtes Wasser fassen, z. B. ein 100- oder 50-Gramm-Glas (100, resp. 50 Cubikcentimeter Rauminhalt, 100, resp. 50 Gramm Wasser von 14° R. fassend), wie man es jetzt häufig beim Polarisiren anwendet, so hat man nur eine Wägung nöthig und erspart sich ausserdem, wenn, wie hier, das Gewicht des Wassers ein genaues Multiplum von 10 ist, jede weitere Rechnung, da die Division mit 100 oder 2 × 50 (dem Wassergewichte) einfach ausgeführt wird, indem man in der für das Saftgewicht gefundenen Grammzahl das Komma um zwei Decimalstellen nach links rückt. Ein solches 100-Gramm-Gläschen fasse z. B. 104,85 Gramm Rübensaft, so ist das specifische Gewicht des letztern = 1,0485. Benutzt man ein 50-Gramm-Glas, so multiplicirt man erst die gefundenen Gramm Saft mit 2 und versetzt dann ebenfalls das Komma um zwei Stellen; z. B.

berechnet sich für 52,21 Gramm Saft ein specifisches Gewicht des letztern von $0{,}5221 \times 2 = 1{,}0442$.

Im Allgemeinen befolgt man diese Methode der Ermittlung des specifischen Gewichtes nur bei ganz genauen Bestimmungen, wo es darauf ankommt, auch die dritten und vierten Decimalstellen (Hundertel und Tausendtel) des specifischen Gewichtes zu wissen. Die in der Zuckerfabrication nöthigen Bestimmungen bedürfen so grosser Genauigkeit nicht, ausserdem möchte der Fabricant während des Betriebes nicht die nöthige Zeit übrig haben, um alle Saftproben, deren Gehalt er wissen will, einer immerhin etwas umständlichen Wägung zu unterziehen. Deshalb zieht man in der Praxis die nachfolgende einfachere und in den meisten Fällen hinreichend genaue Prüfungsmethode vor, welche den Saft nicht wiegt und sein specifisches Gewicht nicht ermittelt aus dem Verhältnisse seines absoluten Gewichts zum Wassergewichte, sondern umgekehrt:

2) den Saft misst, d. h. sein specifisches Gewicht bestimmt nach der Grösse seines Volums, verglichen mit dem Volum einer gleichen Gewichtsmenge Wasser. Das Messen einer bestimmten Gewichtsmenge Saft wird einfach ausgeführt durch Einsenken eines Scalenaräometers in denselben, dieses bekannten Instruments, von dem ein Jeder, der bei der Zuckerfabrication irgendwie beschäftigt ist bis zum Arbeiter herab, wenigstens das weiss: es sinkt, im Safte schwimmend, um so tiefer ein, je leichter derselbe, je geringer sein Gehalt an gelösten Stoffen. Woher aber dieser Unterschied im Einsinken? das wissen leider die Wenigsten von denen, die es tagtäglich gebrauchen; denn man kann ein dunkles Gefühl von der Ursache einer physikalischen Erscheinung noch kein Wissen nennen. Aber es geht ja oft so: Dinge, die man am meisten gebraucht, bemüht man sich am wenigsten zu verstehen. Die Nachtheile einer so allgemein verbreiteten Unklarheit über die Wirkung des Scalenaräometers machen sich leider häufig genug in der Praxis durch verkehrte Ansichten über die Zusammensetzung des geprüften Saftes fühlbar; der Empiriker kennt seine „Grade“ wohl, weiss aber meistens nicht, was mit ihnen bei Berechnungen anzufangen ist. Je unentbehrlicher das Instrument, desto mehr müsste sich ein Jeder zur Pflicht machen, nicht bloss die Grade und Procente abzulesen, welche es anzeigt, sondern auch zu begreifen, warum es sie anzeigt, zumal da dieses Begreifen des Vorgangs bei einigem Nachdenken so ausserordentlich leicht ist.

Man wird sofort ein genaues Verständniss des Scalenaräometers haben, wenn man sich die beiden Gesetze klar macht, auf welchen allein seine Anwendung beruht, nämlich:

1) dass jeder schwimmende Körper ein seinem eigenen Gewichte gleich grosses Gewicht der Flüssigkeit verdrängt, auf der er schwimmt,

2) dass bei gleichem absolutem Gewichte die specifischen Gewichte der Flüssigkeiten sich umgekehrt verhalten wie ihre Volumina.

Lässt man nun ein und dasselbe Aräometer in Flüssigkeiten verschiedenen specifischen Gewichts schwimmen, so verdrängt das Instrument in jeder genau so viel, wie es selber wiegt, man hat also unmittelbar gleiche Gewichtsmengen der Flüssigkeiten zum Vergleiche. Man hat aber auch zugleich den Raum, welchen die gleichen Flüssigkeitsgewichte in jedem Falle einnehmen, denn dieser ihr Raum ist immer gleich dem untergetauchten Theile des Aräometers. Je geringer das specifische Gewicht der zu prüfenden Flüssigkeit, einen desto grösseren Raum wird ein dem Gewichte des Aräometers gleiches Gewicht der Flüssigkeit einnehmen, oder mit andern Worten: ein desto grösseres Volumen derselben wird das Aräometer verdrängen müssen, um im Gleichgewichte zu schwimmen, desto tiefer wird es also in der Flüssigkeit einsinken.

Fig. 82 zeigt einen Scalenaräometer. Es besteht aus einer oben engen, unten weiteren Glasröhre, an deren unterstes Ende eine Glaskugel gelöthet ist, welche man, damit das Instrument immer senkrecht schwimmt, mit Quecksilber gefüllt hat.

Wiegt nun das ganze Instrument z. B. 15 Gramm, so wird es in allen Flüssigkeiten so tief einsinken, bis 15 Gramm derselben verdrängt sind. Diese 15 Gramm werden aber je nach dem besonderen specifischen Gewichte der Flüssigkeiten ein sehr verschiedenes Volumen haben; während z. B. 15 Gramm Wasser (vom specif. Gew. 1,0) 15 Cubikcentimeter Raum einnehmen, haben 15 Gramm Rübensaft von 1,055 specifischem Gewichte nur ein Volumen von 14,2 Cubikcentimetern; denn $1{,}055 : 1 = 15 : x$, woraus $x = 14{,}2$ (da die Volumina sich umgekehrt verhalten wie die specifischen Gewichte). Um eben so viel differirt daher die Tiefe des Einsinkens: im Wasser sinken 15 Cubikcentimeter des Instruments ein, im Safte nur 14,2 Cubikcentimeter.

An dem obern engen Theile des Instruments wird die Scala angebracht, d. h. eine Reihenfolge von Theilstrichen, nach denen die Tiefe des Einsinkens gemessen und abgelesen wird. Diese Theilung geschieht nach sehr verschiedenen Systemen, welche eben so viel verschiedene Arten Aräometer und deren Benennungen bedingen. Die Theilstriche können nämlich bezeichnen

Fig. 82.



1) die Volumina der Flüssigkeiten (Volumeter),

2) die specifischen Gewichte derselben (specifische Gewichts-Aräometer, Densimeter),

3) Procentgehalte der Flüssigkeiten, entweder an festen Stoffen (Saccharometer, Salzwagen), oder an flüssigen, z. B. Alkohol (Alkoholometer), endlich

4) können auch die Theilstriche ganz systemlos zwischen zwei beliebig gewählten Maximal- und Minimalgrenzen als „Grade" angebracht sein (Beaumé's Aräometer), in welchem Falle sie dann nichts Positives in den Flüssigkeiten anzeigen, sondern nur zum Vergleiche derselben unter einander in Bezug auf ihre Concentration, ihre Dichtigkeit dienen können.

Das Volumeter ist die ursprüngliche, elementare Form des Aräometers, denn es giebt weiter nichts an, als die Grösse des Volums eines dem Gewichte des Aräometers gleichen Gewichts der geprüften Flüssigkeit. Eben wegen dieser elementaren Angabe, die ausserdem den Vortheil hat, dass sie bei jeder vorgenommenen Wägung das Princip des Instruments immer wieder in Erinnerung bringt und Jedermann, der es braucht, zum Begreifen dieses Princips nöthigt, kann man das Volumeter zum Prüfen aller Flüssigkeiten verwenden; das dem gefundenen Volumen entsprechende specifische Gewicht der Flüssigkeiten und daraus wieder der Gehalt letzterer an festen oder flüssigen Stoffen ergiebt sich dann mittelst einfacher Rechnung.

Das von Gay-Lussac construirte Volumeter ist das rationellste und zugleich einfachste. Er bezeichnete den Punkt der Scala, bis zu welchem das Instrument in Wasser einsinkt, mit 100, und brachte über und unter diesem Punkte die übrigen Theilstriche so an, dass jedes zwischen zwei Theilstriche fallende Röhrenvolum $\frac{1}{100}$ des in

Wasser einsinkenden Volums beträgt. Von diesem Punkte 100 (x Fig. 82), dem Wasserpunkte, zählte er dann aufwärts für Volumina über 100, abwärts für Volumina unter 100. Da das Instrument um so empfindlicher anzeigt, je länger jedes von zwei Theilstrichen eingeschlossene Röhrenvolum, je enger und länger also die ganze Röhre im Verhältniss zum Gesammtvolum des Instruments ist, da sich aber gar zu dünne und lange Röhren in der Praxis nicht gut handhaben lassen, so vertheilte man die Gesammtscala auf zwei Instrumente: eins für Flüssigkeiten schwerer als Wasser mit dem Wasserpunkte 100 am obern Ende (Fig. 83), das andre für Flüssigkeiten leichter als Wasser mit dem Wasserpunkte 100 am untern Ende der Scala, Fig. 84.

Fig. 83.

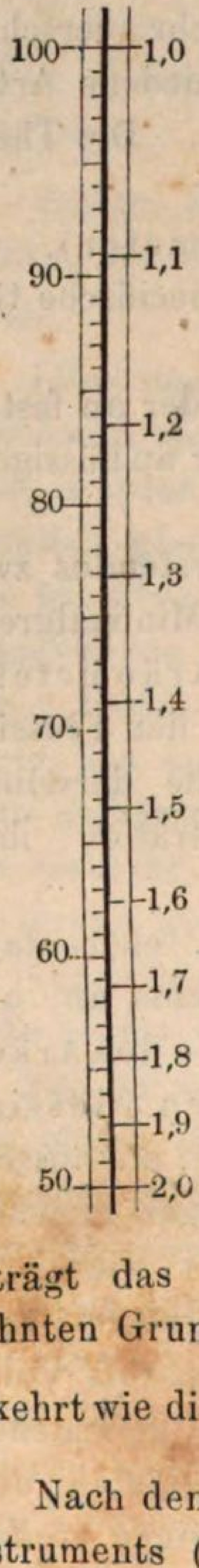
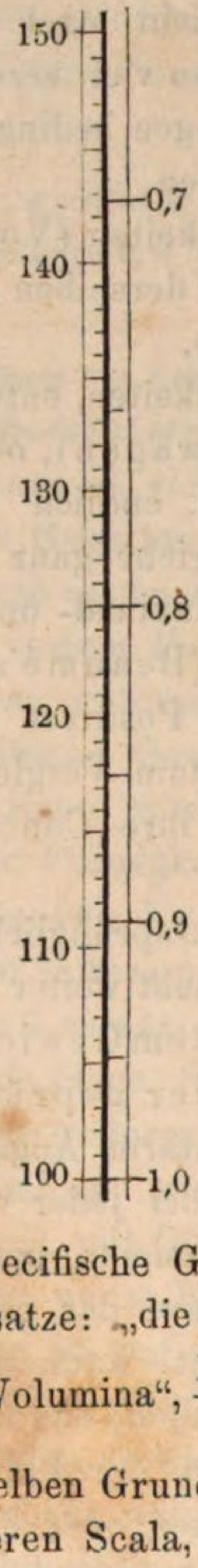


Fig. 84.



Das specifische Gewicht der geprüften Flüssigkeiten ergiebt sich unmittelbar durch Division der gefundenen Volumetergrade in das constante Wasservolum 100. Sinkt z. B. das erstere Instrument bis zum Theilstriche 90 ein, Fig. 83 (die linke Seite der Scala), so beträgt das specifische Gewicht der Flüssigkeit nach dem obenerwähnten Grundsatze: „die specifischen Gewichte verhalten sich umgekehrt wie die Volumina", $\frac{100}{90} = 1{,}11 \ldots.$

Nach demselben Grundsatze entspricht ein Einsinken des andern Instruments (deren Scala, Fig. 84) bis zum Theilstriche 120 einem specifischen Gewichte von $\frac{100}{120}$ 0,833 . . . Man sieht, die Rechnung ist umgekehrt, wie bei der Ermittlung des specifischen Gewichts durch Wägen; dort war nämlich das Wassergewicht Divisor, hier ist das Wasservolum Dividend.

Die Fig. 83 und 84 zeigen in den Graden links die um $\frac{1}{100}$

des Wasservolums (100) verschiedenen Volumina, in den Graden rechts die um $\frac{1}{10}$ des specifischen Gewichts des Wassers (1) verschiedenen specifischen Gewichte der Flüssigkeiten an. Diese doppelte Scala lässt deutlich erkennen die zwischen Volumen und specifischem Gewichte stattfindende Beziehung, man ersieht sofort daraus, dass gleiche Volumendifferenzen nicht gleichen Differenzen im specifischen Gewichte entsprechen; die um denselben Bruchtheil differirenden Grade des letztern sind dem Volumen nach desto kleiner, je zwei Gradstriche also um so näher aneinandergerückt, je specifisch schwerer die Flüssigkeit. Eine solche Ungleichheit der Grade (deren Grund einfach in Zahlenverhältnissen zu suchen ist, wie ein gründliches Durchdenken des Zusammenhangs leicht Jedem erklären wird)*) macht allerdings das symmetrische Eintheilen derselben in kleinere Bruchtheile schwieriger und das Ablesen nachher weniger genau. Deshalb verdienen Volumeterscalen, deren Grade alle gleich sind, im Allgemeinen den Vorzug, sie lassen sich weit genauer eintheilen und Bruchtheile von Graden können beim Wägen weit genauer mit dem Auge taxirt werden. Bei genaueren Wägungen zieht man auch den Gebrauch des Volumeters entschieden vor, in der Zuckertechnik wendet man es freilich höchst selten an. Für den eventuellen in manchen Fällen sehr anzurathenden Gebrauch desselben möge folgende Ta-

*) Je zwei auf einander folgende specifische Gewichte nebenstehender Scala differiren zwar um ein und dieselbe absolute Zahl ($^1/_{10}$), aber diese Zahl bildet einen sehr verschieden grossen Bruchtheil verschieden grosser specifischer Gewichte; $^1/_{10}$ ist z. B. nur der neunzehnte Theil des specifischen Gewichts 1,9, dagegen der neunte Theil des geringeren specifischen Gewichts 0,9. Deshalb entspricht z. B. dem (um $^1/_{10}$ differirenden) specifischen Gewichtsverhältnisse 2,0 : 1,9 das Volumverhältniss $50 : \left(50 + \frac{50}{19}\right)$; dem (ebenfalls um $^1/_{10}$ differirenden) specifischen Gewichtsverhältniss 1,0 : 0,9 dagegen das Volumverhältniss $100 : \left(100 + \frac{100}{9}\right)$. Die Grösse eines Grades zwischen 2,0 und 1,9 beträgt hiernach $\frac{50}{19} = 2{,}63$ Vol., die eines Grades zwischen 1,0 und 0,9 aber $\frac{100}{9} = 11{,}11$ Vol., jener ist also um $\frac{11{,}11}{2{,}63} =$ ca. $4^1/_4$mal kleiner als dieser, wie man sich leicht mit dem Zirkel überzeugen kann. — Der Umstand, dass die in der Natur der Sache liegende ungleiche Scalirung solcher specifischer Gewichts-Aräometer in der Praxis häufig für unrichtig, für ein Versehen des Mechanikers gehalten wird, mag diese, sonst auf das Gebiet der physikalischen Technik gehörige Auseinandersetzung hier rechtfertigen. (B.)

belle hier einen Platz finden, aus welcher das Verhältniss zwischen Volumen und specifischem Gewicht genauer zu ersehen ist.

Specif. Gewicht.	Entsprechende Volumetergrade.	Specif. Gewicht.	Entsprechende Volumetergrade.
2,0	50,00	1,1	90,90
1,9	52,63	1,0	100
1,8	55,55	0,95	105,26
1,7	58,82	0,90	111,11
1,6	62,50	0,85	117,64
1,5	66,66	0,80	125,00
1,4	71,43	0,75	133,33
1,3	76,92	0,70	142,85
1,2	83,33		

Ebenso wie die Volumeter benutzt man in der Zuckertechnik die Dichtigkeitsmesser oder Densimeter, d. h. Aräometer, welche direct das specifische Gewicht mittelst der an obigen beiden Figuren rechts markirten Scala anzeigen, nie bei gewöhnlichen Saftprüfungen, sondern nur in Ausnahmefällen, wo genauere analytische Bestimmungen und Berechnungen ganz exacte Daten über das specifische Gewicht nöthig machen. Wie für viele andere Lösungen (Salz + Wasser oder Schwefelsäure + Wasser) durch Versuche ermittelt ist, welchen Gehalt an gelösten Stoffen (Salz, Schwefelsäure) dieselben bei einem bestimmten specifischen Gewichte haben, so hat man auch für Zuckerlösungen das Verhältniss zwischen ihrem Zuckergehalte und ihrem specifischen Gewichte genau bestimmt und darüber aus vielen einzelnen Versuchen Tabellen zusammengestellt. Eine solche Tabelle ist nachfolgende.

Vergleichung des in Graden Balling ermittelten Zuckergehalts reiner Zuckerlösungen mit ihrem specifischen Gewichte. Gültig für eine Temperatur von 14° R.

Proc. Zucker (Grade Balling) in reiner Zuckerlösung	Specifisches Gewicht der Lösungen nach		Proc. Zucker (Grade Balling) in reiner Zuckerlösung	Specifisches Gewicht der Lösungen nach	
	Balling	Niemann		Balling	Niemann
1	1,0040	1,0035	38	1,1692	1,1684
2	1,0080	1,0070	39	1,1743	1,1731
3	1,0120	1,0106	40	1,1794	1,1781
4	1,0160	1,0143	41	1,1846	1,1832
5	1,0200	1,0179	42	1,1898	1,1883
6	1,0240	1,0215	43	1,1951	1,1935
7	1,0281	1,0254	44	1,2004	1,1989
8	1,0322	1,0291	45	1,2057	1,2043
9	1,0363	1,0328	46	1,2111	1,2098
10	1,0404	1,0367	47	1,2165	1,2153
11	1,0446	1,0410	48	1,2219	1,2209
12	1,0488	1,0462	49	1,2274	1,2265
13	1,0530	1,0504	50	1,2329	1,2322
14	1,0572	1,0552	51	1,2385	1,2378
15	1,0614	1,0600	52	1,2441	1,2434
16	1,0657	1,0647	53	1,2479	1,2490
17	1,0700	1,0693	54	1,2553	1,2546
18	1,0741	1,0738	55	1.2610	1,2602
19	1,0788	1,0784	56	1,2667	1,2658
20	1,0832	1,0830	57	1,2725	1,2714
21	1,0877	1,0870	58	1,2783	1,2770
22	1,0922	1,0920	59	1,2841	1,2826
23	1,0967	1,0965	60	1,2900	1,2882
24	1,1013	1,1010	61	1,2959	1,2938
25	1,1059	1,1056	62	1,3019	1,2994
26	1,1106	1,1103	63	1,3079	1,3050
27	1,1153	1,1150	64	1,3139	1,3105
28	1,1200	1,1197	65	1,3190	1,3160
29	1,1247	1,1245	66	1,3260	1,3215
30	1,1295	1,1293	67	1,3321	1,3270
31	1,1343	1,1340	68	1,3383	1,3324
32	1,1391	1,1388	69	1,3445	1,3377
33	1,1440	1,1436	70	1,3507	1,3430
34	1,1490	1,1484	71	1,3570	1,3483
35	1,1540	1,1533	72	1,3633	1,3535
36	1,1590	1,1582	73	1,3696	1,3587
37	1,1641	1,1631	74	1,3760	1,3658

Wenn man nun die Scala eines Dichtigkeitsmessers der Art abändert nach Maassgabe dieser Tabelle, dass an die Theilstriche des Instruments statt der specifischen Gewichte die entsprechenden Zuckerprocente geschrieben werden, so kann man an dieser neuen Scala unmittelbar den Zuckergehalt der geprüften Lösung ablesen.

Der Saccharometer Balling's ist weiter nichts, als ein so scalirtes Aräometer, welches mithin direct angiebt, wie viel Gewichtstheile Zucker in 100 Gewichtstheilen reiner Zuckerlösung enthalten sind. Die Abstände je zweier Theilstriche des Instruments nennt man Procente oder „Grade" Balling. Das Saccharometer zeigt demnach an in einer Lösung, welche enthält

5	Thle.	reinen	Zuckers	auf 95	Thle.	Wasser	5%	oder	5° Balling
10	„	„	„	„ 90	„	„	10%	„	10° „
20	„	„	„	„ 80	„	„	20%	„	20° „

u. s. f.

Man hat die Scala, um sie nicht zu lang und dadurch für die Praxis unbrauchbar zu machen, auf zwei Instrumente übertragen: das erste, bis 25% anzeigend, benutzt man für rohen Rübensaft und dünnere Zuckersäfte jeder Art, das zweite für Syrupe und Dicksäfte.

In neuerer Zeit hat Brix die Scala des Balling'schen Saccharometers durch Versuche revidirt und deren Theilstriche um einen sehr geringen Betrag verlegt; ausserdem ist von ihm das Grössenverhältniss zwischen Graden Balling und Graden Baumé genauer festgestellt. Aus diesem Grunde hat man vielfach für das Balling'sche Instrument den Namen „Brix'sche Spindel" adoptirt, eine Bezeichnung, die seit etwa einem Jahrzehnt, seitdem der „Verein für Rübenzuckerindustrie des Zollvereins" Saccharometer mit neuer Brix'scher Scala übereinstimmend für alle Mitglieder des Vereins hat anfertigen lassen und dieselben officiell nur „Brix'sche Spindeln" nennt, immer allgemeiner wird und den ursprünglichen Anfertiger des Instruments allmälig in Vergessenheit zu bringen droht. Lenoir in Paris fertigt Brix'sche Spindeln in derselben Vollkommenheit, wie die zollvereinsländischen.

Da Grade Brix und Balling, wie schon erwähnt, nur um ein Minimum differiren*), so ist in diesem Werke, wie fast überall in unsrer Fachliteratur, zwischen beiden kein Unterschied gemacht.

*) Vergl. die auf Grade Balling reducirten Baumé'schen Grade und specifischen Gewichte (S. 325 und 329) mit den auf Brix reducirten am Ende des Werkes.

Es ist nun nicht zu leugnen, dass sich das Balling'sche oder Brix'sche Saccharometer in der Zuckerindustrie allmälig in dem Maasse eingebürgert hat, als rationelle Anschauungen darin Boden gewonnen haben. Es giebt wohl heutzutage keine Fabrik mehr (wenigstens in Deutschland!), die nicht wenigstens eine Balling'sche Spindel besitzt; ob sie dieselbe auch immer gebraucht, ist eine andre Frage, zu deren Bejahung man sich selten veranlasst fühlen kann. Man sehe nur die Pappfutterale an, in denen diese Instrumente in den Fabriken aufbewahrt werden, ob dieselben nicht in den meisten Fällen ein sehr neues mit einem 10- bis 20jährigen Besitze durchaus in Widerspruch stehendes Aeussere haben. Ebenso lassen die meist sehr reservirten verschlossenen Orte ihrer Aufbewahrung auf Nichtgebrauchtsein schliessen. Welch grosses Terrain hat dem gegenüber das Baumé'sche Aräometer, dieses durch langen Gebrauch geheiligte empirische Instrument, in dessen Graden die Mehrzahl unsrer Praktiker immer noch denkt und spricht, wenn es sich um Beurtheilung des Gehalts der Säfte handelt!

Baumé fertigte ursprünglich zwei Aräometer an, eins für leichtere, ein andres für schwerere Flüssigkeiten; letzteres ist das in Zuckerfabriken gebräuchliche. Am obern Theile seiner Scala wurde der Wasserpunkt mit 0° fixirt, dann weiter unten durch Eintauchen des Instruments in eine Lösung von 15 Theilen Kochsalz in 85 Theilen Wasser ein zweiter Punkt bestimmt und mit 15° bezeichnet, der Raum zwischen beiden Punkten in 15 gleiche Theile, „Grade", getheilt und nach Maassgabe dieser Grade die Scalirung über den 15°-Punkt hinaus nach unten fortgesetzt. Man sieht, die Grade bezeichnen durchaus nichts Positives, weder direct ein bestimmtes specifisches Gewicht der geprüften Flüssigkeit, noch einen Gehalt derselben an gelösten Stoffen. In vielen Fällen kommt es nun auch nicht darauf an, diese Daten zu ermitteln, sondern man will nur controliren, ob eine Flüssigkeit (ein Saft) bis zu einem bestimmten willkürlich angenommenen Concentrationspunkte eingedampft, oder umgekehrt durch Wasserzusatz verdünnt ist. Deshalb giebt man in den Zuckerfabriken dem „Verdampfer" d. h. dem Arbeiter, der die Verdampfpfannen oder die Robert'schen Apparate zu bedienen hat, das Baumé'sche Aräometer als Controlemittel seines Saftes in die Hände, er bestimmt danach, wann er mit Verdampfen aufhört, den eingedickten Saft „ablässt". Ebenso prüft der „Filtreur" mit dem Baumé'schen Instrumente, wann er aus einem Filter, aus welchem der

Dicksaft durch „daraufstehenden" Dünnsaft verdrängt wird, ersteren in die Dünnsaftrinne „umstellen" muss, ferner, wann das den Dünnsaft verdrängende Aussüsswasser 0 Grad zeigt, also fortgelassen werden kann. Zu allen diesen Zwecken ist das Instrument ausreichend, es empfiehlt sich ausserdem durch Billigkeit, die dadurch erreicht wird, dass man es lange nicht so genau anzufertigen braucht, wie das Balling'sche Saccharometer. Die untere Kugel des Baumé'schen Aräometers ist gewöhnlich schlechtweg mit Hagel gefüllt, die des Balling'schen immer mit Quecksilber.

Nachfolgende Tabelle enthält die den Baumé'schen Graden entsprechenden specifischen Gewichte.

Reduction Baumé'scher Aräometergrade auf specifisches Gewicht. (14°R.)

Gr. Bé.	Sp. Gew.	Gr. Bé.	Sp. Gew.	Gr. Bé.	Sp. Gew.	Gr. Bé.	Sp. Gew.
0	1,0000	19	1,1504	38	1,3559	57	1,6446
1	1,0070	20	1,1596	39	1,3686	58	1,6632
2	1,0141	21	1,1690	40	1,3815	59	1,6823
3	1,0213	22	1,1785	41	1,3947	60	1,7019
4	1,0286	23	1,1882	42	1,4082	61	1,7220
5	1,0360	24	1,1981	43	1,4219	62	1,7427
6	1,0435	25	1,2082	44	1,4359	63	1,7640
7	1,0511	26	1,2184	45	1,4501	64	1,7858
8	1,0588	27	1,2288	46	1,4645	65	1,8082
9	1,0666	28	1,2394	47	1,4792	66	1,8312
10	1,0745	29	1,2502	48	1,4942	67	1,8548
11	1,0825	30	1,2612	49	1,5096	68	1,8790
12	1,0906	31	1,2724	50	1,5253	69	1,9038
13	1,0988	32	1,2838	51	1,5413	70	1,9291
14	1,1071	33	1,2954	52	1,5576	71	1,9548
15	1,1155	34	1,3071	53	1,5742	72	1,9809
16	1,1246	35	1,3190	54	1,5912	73	2,0073
17	1,1326	36	1,3311	55	1,6086	74	2,0340
18	1,1414	37	1,3434	56	1,6264	75	2,0561

Auch das Baumé'sche Aräometer entging einer ebenso unwesentlichen als nutzlosen Umänderung nicht. Cartier vergrösserte nämlich die Baumé'schen Grade um $\frac{1}{15}$, wonach also 16 Grade Baumé = 15 Graden Cartier sind. Diese Cartier'sche Neuerung wäre

nicht der Erwähnung werth, hätte sie nicht leider in einem grossen Theile der industriellen Welt in dem Grade Aufnahme gefunden, dass an vielen Orten nur nach Cartier bestimmt und gerechnet wird.

Da man in der Praxis häufig genöthigt sein wird, Grade Baumé, welche reine Zuckerlösungen (Deckkläre z. B.) zeigen oder „wiegen", in Procente Zucker umzurechnen, so möge folgende durch Versuche festgestellte Tabelle hier Platz finden, welche die jedesmalige Ermittlung unnöthig macht.

Reduction Baumé'scher Aräometergrade in reinen Zuckerlösungen auf Zuckerprocente nach Balling. (14°R.)

Grade Baumé	Procente Zucker nach Balling	Grade Baumé	Procente Zucker nach Balling	Grade Beaumé	Procente Zucker nach Balling
1	1,72	15	27,25	29	53,42
2	3,50	16	29,06	30	55,36
3	5,30	17	30,89	31	57,31
4	7,09	18	32,75	32	59,27
5	8,90	19	36,40	33	61,32
6	10,71	20	34,60	34	63,81
7	12,52	21	38,29	35	65,19
8	14,38	22	40,17	36	67,19
9	16,20	23	42,03	37	69,19
10	18,03	24	43,92	38	71,22
11	19,88	25	45,79	39	73,28
12	21,71	26	47,70	40	75,35
13	23,54	27	49,60		
14	25,34	28	51,50		

Des Balling'schen Procentmessers ist bisher nur erwähnt als eines Instruments, welches Procente Zucker in reinen Zuckerlösungen anzeigt. Nun sind aber die meisten Zuckerflüssigkeiten, welche man mit dem Saccharometer prüft, als: Rübensaft, Dünn- und Dicksaft u. s. w., keine reine Zuckerlösungen, sondern enthalten ausser Zucker viele fremde Substanzen, deren specifisches Gewicht entweder grösser oder kleiner als das des Zuckers ist.

Saftbestandtheile verschiedenen specifischen Gewichts geben auch Lösungen verschiedenen specifischen Gewichts, müssen folglich ungleich auf das Saccharometer wirken: je schwerer der gelöste Körper, desto höher die Saccharometeranzeige seiner Lösung. Citro-

nensaures Kali z. B. ist schwerer als Zucker, folglich hat eine Lösung von 1 citronensaurem Kali + 99 Wasser ein höheres specifisches Gewicht, als eine Lösung von 1 Zucker + 99 Wasser; in dieser wird das Saccharometer bis zu 1°, in jener aber weniger tief einsinken, oder, was dasselbe: mehr als 1° Balling anzeigen. Fände man umgekehrt eine Lösung von citronensaurem Kali, worin die Quantität des letztern unbekannt, zu 1° Balling, so dürfte man daraus nicht folgern: sie enthält 1% dieses Salzes, sondern man würde schliessen müssen: die Lösung enthält jedenfalls weniger als 1 Procent.

Wenn man nun Rübensäfte mit dem Saccharometer prüft, so darf man nicht annehmen, dass dieselben ebenso viel Gewichtsprocente gelöster Saftbestandtheile enthalten, als sie Grade am Saccharometer zeigen, sondern man weiss: die Zahl der Procente fester Substanz ist geringer als die Zahl der Saccharometergrade, und zwar muss diese Differenz zwischen beiden Beträgen um so grösser sein, je mehr Salze der Saft enthält, d. h. je mehr Substanzen, schwerer als Zucker. So hinterliess ein Rübensaft von 16,2° Bg. beim Eintrocknen nur 15,64% Saftbestandtheile. Der Saft polarisirte 13,5%, enthielt also (15,64 — 13,5) = 2,14% Nichtzucker. Hätte man die 16,2° Bg. ohne Weiteres als Procente fester Substanz in Rechnung gebracht, so würde sich unrichtig der Nichtzuckergehalt des Saftes auf (16,2% — 13,5%) = 2,7% berechnet haben, mithin (2,7 — 2,14) = 0,56 oder über ½% zu hoch. Ein andrer Saft von 14,3° Bg. hinterliess eingetrocknet 13,92 feste Saftbestandtheile, das macht (14,3 — 13,92) = 0,38% oder etwas über ⅓% Differenz. Da der Saft 12,3% polarisirte, so enthielt er (13,92 — 12,3) = 1,62% Nichtzucker, auf welchen Betrag (14,3 — 12,3) = 2,0% Saccharometerangabe kommen.

Abgesehen von diesen bloss quantitativen Differenzen zwischen Graden Balling und wirklichem Substanzgehalt ist aber auch deshalb das Saccharometer allein angewandt ein höchst ungenügendes Prüfungsinstrument für Rübensäfte, weil es uns nicht, wie bei reinen Zuckerlösungen, Aufschluss giebt über deren Zuckergehalt. Welche Vorstellung soll man sich von einem in unbestimmten Procenten angegebenen Substanzgehalte machen, wenn man nicht weiss, wie viel Procente dieser Substanz Zucker sind? Kann nicht ein Saft doppelt so viel Nichtzucker enthalten als ein andrer mit demselben Saccharometergewichte? Wie würde man z. B. irren, wenn man bei schon geschiedenen, also kalkhaltigen Säften, aus ihrer Grädigkeit (ihrem specifischen Gewichte) auf ihren Zuckergehalt schliessen wollte? Man würde bei der

Prüfung fast immer Gefahr laufen, viel Kalk als Zucker in Rechnung zu bringen, denn wie verschieden ist nicht der Kalkgehalt gleichzuckriger Säfte je nach Menge und Beschaffenheit des verwandten Kalkes, je nach der Natur der den Zucker begleitenden organischen und mineralischen fremden Stoffe, je nach Art der Scheidung. Man prüfe nur einmal mit dem Saccharometer unter Controle mit dem Polarimeter eine Anzahl Scheidungen, die unter verschiedenen Bedingungen zu Stande gebracht sind, ob nicht Säfte mit gleichem Zuckergehalte sehr verschiedene Mengen Kalk absorbiren! — Ebensowenig darf man filtrirte Säfte nach ihrem Saccharometergewichte taxiren, da ihr Kalkgehalt (mithin ihr specifisches Gewicht) sehr differirt nach Qualität der zum Filtriren benutzten Knochenkohle, nach Dauer und Art der Filtration. — Handelt es sich demnach nur um eine annähernde quantitative Bestimmung des Saftgehaltes, ohne Rücksicht auf das qualitative Verhältniss der Saftbestandtheile: ob viel oder wenig Zucker darin, so genügt die Saccharometerwägung; handelt es sich aber um Werthbestimmung der Säfte, so bedarf es neben der summarischen Bestimmung der Saftbestandtheile im Allgemeinen einer genauen Ermittlung des Zuckergehalts derselben. Erst beide Angaben ergänzen sich zu einem vollständigen Bilde von der Zusammensetzung des Saftes, eine allein ist nicht ausreichend. Denn auch der Zuckergehalt an und für sich ist noch kein Maassstab des Werthes für den Saft, sondern einzig und allein: das Verhältniss seines Zuckergehalts zum Nichtzuckergehalte.

Aus dieser Betrachtung ergiebt sich nun zunächst für uns die Aufgabe, der Bestimmung des specifischen Gewichts des Saftes unmittelbar die seines Zuckergehalts folgen zu lassen.

Niemand wird heutzutage noch Zweifel darüber hegen, dass die genaue Bestimmung des Zuckergehalts — sei es in Säften, Syrupen oder Zuckern — die wissenschaftliche Basis der ganzen Zuckerfabrication ist. Die „Saccharimetrie“, welche sich ausschliesslich mit dieser Bestimmung beschäftigt, ist durch jahrelange Bemühungen der tüchtigsten Physiker und Chemiker allmälig zu einer umfangreichen Wissenschaft geworden, und zwar hat sie sich nicht beschränkt auf das hochgelegene Terrain abstracter Forschungen, sondern sie ist längst hervorgetreten in die Praxis und hat im wahren Sinne des Worts Jedem eine Gabe gereicht. Ist es nicht eine Thatsache, dass ein sehr grosser Theil der Rohzuckerfabricanten seine Producte, statt dieselben, wie früher, einzig und

allein nach trügerischen Farbennüancen, nach „hell- oder dunkelblond“, nach „mattem oder feurigem, kräftigem“ Korne loszuschlagen, jetzt weit richtiger und vortheilhafter nach ihrem Gehalte an krystallisirbaren Zucker an den Raffinadeur verkauft? Umgekehrt, dass dieser nur nach Maassgabe dessen, was er durch Raffination gewinnen will, nach Maassgabe des in Rohzuckern vorhandenen krystallisirbaren Zuckers seine Angebote stellt? Wie häufig würde er in die Lage kommen, unsichtbaren und unfühlbaren Fruchtzucker-, Wasser- und Salzgehalt centnerweise als krystallisirbare Waare zu bezahlen, wenn er, vertrauend auf die unhaltbare Augen- und Gefühlsprobe, sich bei Einkäufen nur nach Farbe und Korn über den Werth der Waare entscheiden wollte? Ferner wird nicht jeder vernünftige Spiritusfabricant seine Syrupe und Melassen nur nach dem Zuckergehalte kaufen, ohne sich durch das früher allein maassgebende hohe specifische Gewicht derselben (das ja von werthlosen Salzen herrühren kann) bestechen zu lassen? Und entscheidet nicht, wie schon erwähnt, hauptsächlich der Zuckergehalt der Rübe alle Fragen: ob der Boden, wo sie gezogen, zum Rübenbau geeignet, ob die Culturmethode, der verwendete Dünger vortheilhaft ist?

Der Zuckergehalt kann nun auf sehr verschiedene Weise ermittelt werden. Die weitaus einfachste, genaueste und dabei schnellste Bestimmungsmethode ist die der Polarisation, mit ihr wollen wir, da sie ihrem praktischen Werthe nach allen übrigen sehr weit voransteht, auch beginnen. Sie hat in neuester Zeit dermaassen Anerkennung und allgemeine Anwendung gefunden, dass den sonst wohl noch üblichen Untersuchungsmethoden z. B. der mittelst Gährung, Alkoholextraction oder Kalklösung, wie in der Praxis, so auch in diesem Werke nur ein untergeordnetes Interesse gebührt.

Das **Polarisationsinstrument** in seiner jetzigen Vollendung ist das Resultat theils zufälliger Entdeckungen, theils sehr zahlreicher wissenschaftlicher Arbeiten auf dem Gebiete der Optik. Malus entdeckte zuerst 1811 die Polarisation des Lichts, d. h. die Eigenthümlichkeit solcher Lichtstrahlen, welche unter bestimmten Winkeln (am deutlichsten bei 35° 25′) von durchsichtigen Körpern reflectirt, oder durch gewisse doppeltbrechende Körper (z. B. Turmalin, Gyps, Kalkspath) gegangen waren, bei der Spiegelung nicht nach allen Seiten hin gleich stark zu leuchten, wie gewöhnliche Lichtstrahlen, sondern je nach der Gegeneinanderstellung der sie spiegelnden Flächen bestimmte Uebergänge von voller Lichtstärke bis zu gänz-

licher Verdunkelung zu zeigen. Die Ebene, in welcher ein solcher Lichtstrahl am vollständigsten reflectirt wird, am hellsten erscheint, nennt man die Polarisationsebene des Strahls.

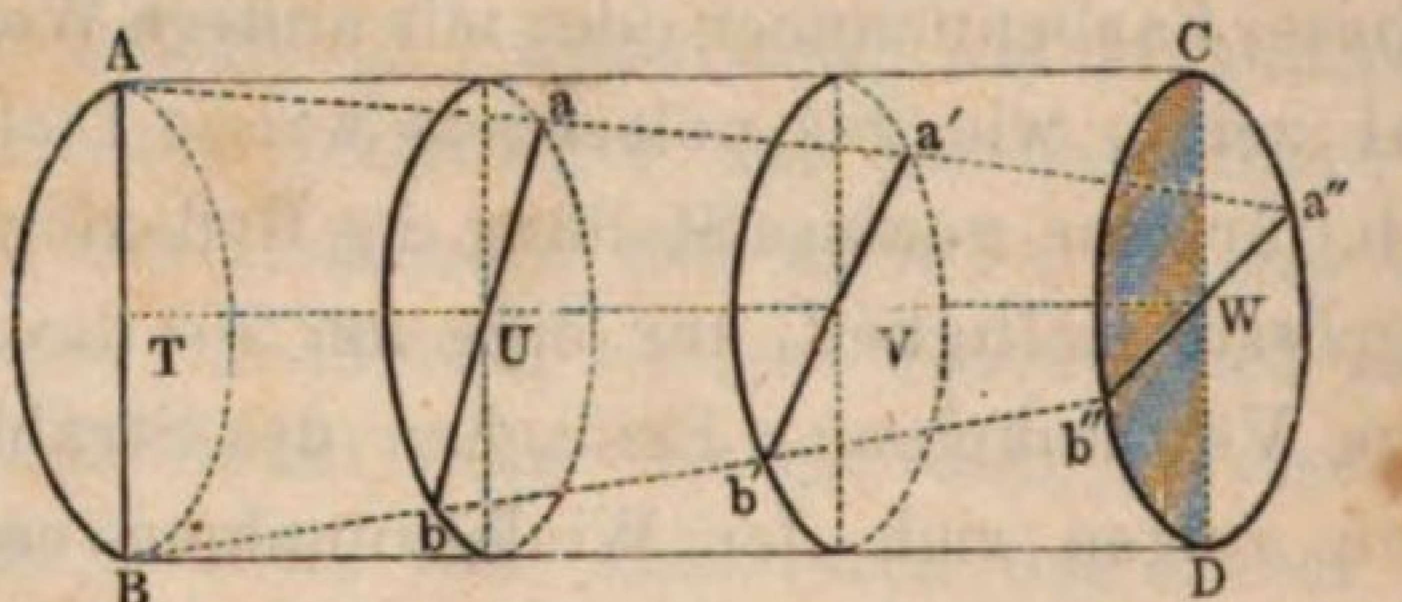
Später entdeckte Arago, dass ein durch dünne Bergkrystallplatten hindurchgehender polarisirter Lichtstrahl beim Drehen des ihn reflectirenden Spiegels statt des weissen polarisirten Lichtes gefärbtes Licht, und zwar in der bestimmten Aufeinanderfolge der prismatischen Farben: Roth, Orange, Gelb, Grün, Blau, Indigo, Violett erscheinen lässt. Jede dieser Farbennüancen oder mit andern Worten: jeder gefärbte Strahl zeigt, wie das polarisirte weisse Licht, vollständige Polarisation, d. h. für eine gewisse Stellung des Reflexionsspiegels volle Lichtstärke, grösste Helligkeit, für eine um 90° davon verschiedene dagegen völlige Verdunkelung, Erlöschen des Strahls. In den Uebergangsstellungen zeigen sich der Winkelzunahme entsprechende Abschwächungen der Lichtstärke. Die Ebenen, in welchen die verschiedenen farbigen Strahlen in höchster Lichtstärke erscheinen, ihre Polarisationsebenen also nach obiger Erklärung, machen, entweder nach rechts oder links, immer bestimmte Winkel untereinander, deren Grösse sich genau richtet nach der Dicke der Bergkrystallplatte, welche der polarisirte Strahl passirt hat.

Für eine Dicke der Platte von 1 Millimeter z. B. macht die Polarisationsebene des rothen Lichts mit der ursprünglichen des weissen einen Winkel von 19°, die des grünen Lichts einen Winkel von 28°, die des violetten von 41° u. s. w. Eine 2 Millimeter starke Platte würde dieselben Polarisationsebenen auf $19^{0} \times 2 = 38^{0}$, $28^{0} \times 2 = 56^{0}$ und $41^{0} \times 2 = 82^{0}$ stellen.

Diese Erscheinung der Farbenwandlung des polarisirten Lichtes nennt man **Kreis-** oder **Circularpolarisation**, und man sagt von dem Körper, der sie bewirkt: er dreht die Polarisationsebene der farbigen Strahlen (welche zusammen das weisse Licht bilden) um einen bestimmten Winkel nach rechts oder links. Fig. 85 sei ein solcher Körper, und der polarisirte Lichtstrahl trete in verticaler Polarisationsebene AB vorn ein, so bleibt diese Ebene beim Weiterpassiren des Strahls durch den Körper nicht vertical, sondern nimmt von Schicht zu Schicht immer schrägere Lagen: ab, $a'b'$, $a''b''$ an, erleidet also unterwegs eine schraubenförmige Drehung, in Folge deren die Polarisationsebene des eintretenden Strahls mit der des austretenden einen Winkel CWa'' macht. Dieser Winkel, das Maass der Drehung, ist nun verschieden je nach der Färbung des Strahls:

am kleinsten bei Roth, dann zunehmend durch Gelb, Grün, Blau bis Violett. Die Ursache dieser Differenz in dem Drehungsbetrage der farbigen Polarisationsebenen liegt – so nimmt die Optik an — in der sehr verschiedenen Geschwindigkeit, womit sich die ungleichfarbigen Lichtwellen fortbewegen (nach der Vibrationstheorie entsteht und wirkt bekanntlich das Licht, ähnlich wie der Schall, durch Erschütterung und Weiterschwingung des alle Körper durchdringenden imponderablen Aethers).

Fig. 85.



Die rothen Lichtwellen sind die längsten und langsamsten, die violetten dagegen die kürzesten und schnellsten, deshalb wird die Polarisationsebene des rothen Lichts um einen weit geringeren Betrag gedreht als die des violetten; wir haben oben gesehen, das Verhältniss beider Drehungen ist = 19° : 41°. Tritt also weisses, d. h. ein aus allen farbigen Lichtarten zusammengesetztes Licht in einen die Polarisationsebenen drehenden Körper ein, so wird es in Folge der ungleich schnellen Bewegung seiner einzelnen farbigen Bestandtheile, in diese zerlegt, wieder austreten müssen, und zwar wird der Winkelabstand zwischen den einzelnen farbigen Bestandtheilen proportional sein der Länge des drehenden Körpers, wie die Weiterführung der gleichmässig gewundenen Schraubenlinie $Aaa'a''$ im Sinne der bisherigen Richtung durch die Schichten T, U, V, W ohne Weiteres ergiebt.

Biot entdeckte zuerst die Eigenschaft der Circularpolarisation an Flüssigkeiten und so fand er auch, dass Lösungen von krystallisirbarem Zucker die Polarisationsebene nach rechts, Lösungen von Fruchtzucker dagegen eine Rotation derselben nach links bewirken. Der Betrag dieser Drehung, der Drehungswinkel oder Drehungsbogen, war immer proportional 1) dem Gehalte der Flüssigkeit an Zucker im Volum, 2) der Dicke (Länge) der beobachteten Flüssigkeitsschicht.

Mit diesen beiden Fundamentalsätzen war die Basis eines vollkommen genauen und zugleich einfachen analytischen Verfahrens für zuckerhaltige Körper gegeben. Man brauchte nur immer Flüssigkeitssäulen gleicher Länge zu beobachten d. h. für jede zu prüfende Zuckerlösung eine gleichlange Beobachtungsröhre zu benutzen,

um unmittelbar aus der drehenden Wirkung jeder Lösung ihren Zuckergehalt durch Vergleich zu berechnen. So geschieht es nun auch bei den Polarisationsinstrumenten, Polarimetern d. h. Instrumenten, bei welchen der polarisirte Lichtstrahl durch gleich lange Zuckerlösungsschichten hindurchgeht und der Betrag der Drehung, welche die Zuckerlösungen auf die Polarisationsebene des Strahles ausüben, entweder direct an einer Kreistheilung oder indirect an irgend einer Scala gemessen wird. Je genauer das Instrument den Drehungswinkel zu messen erlaubt, desto genauer wird man durch dasselbe den Zuckergehalt der Lösung erfahren. Deshalb kann ein Polarisationsergebniss verschieden ausfallen, je nach Construction und mechanischer Vollkommenheit des Polarimeters.

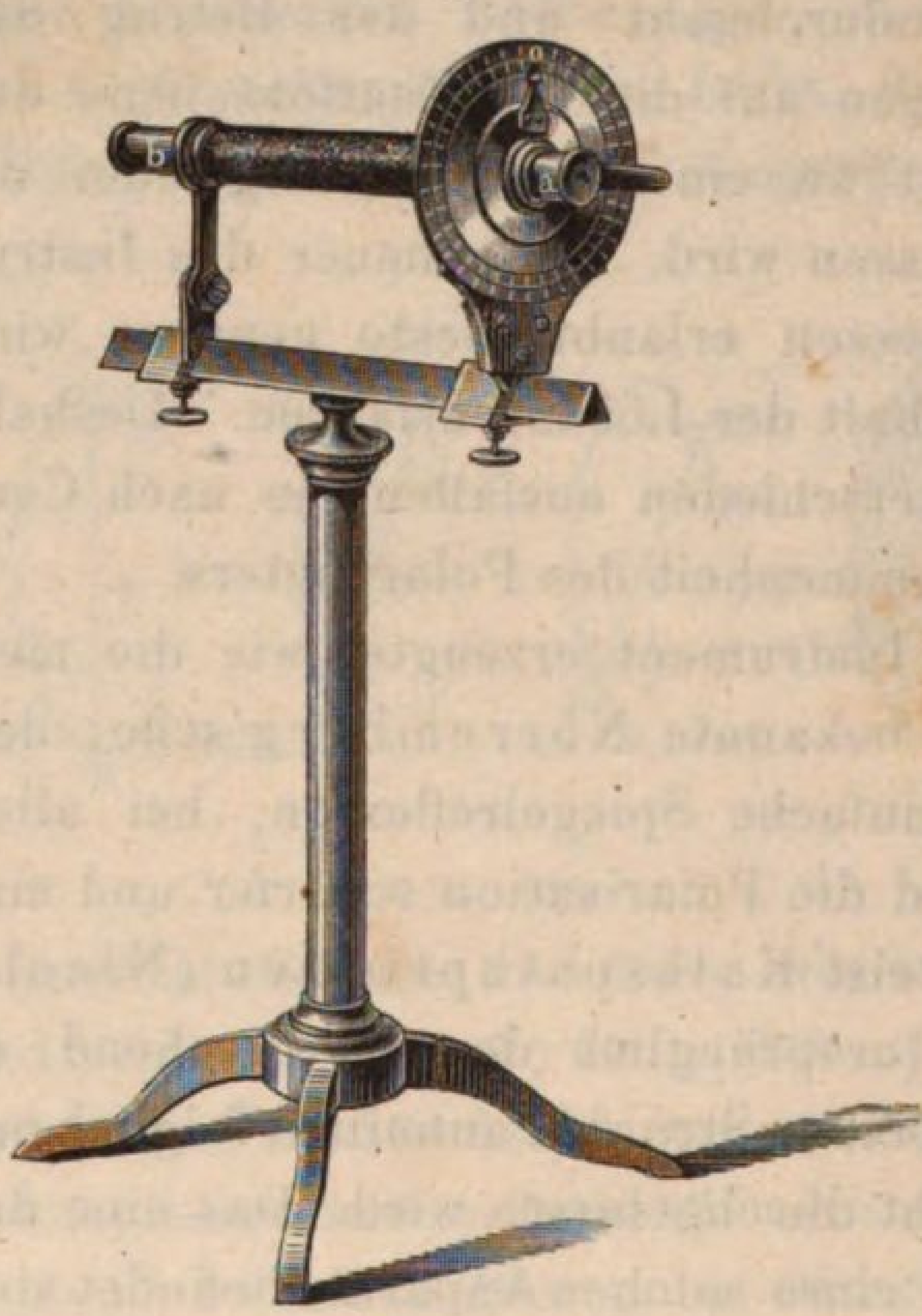
Das ursprüngliche Biot'sche Instrument erzeugte, wie die meisten ältern Instrumente, z. B. das bekannte Nörremberg'sche, den polarisirten Lichtstrahl durch einfache Spiegelreflexion, bei allen neuern Instrumenten dagegen wird die Polarisation schärfer und einfacher bewirkt durch Brechung mittelst Kalkspathprismen (Nicol'sche Prismen, Nicols), welche (ursprünglich doppelt brechend) so eingerichtet sind, dass der eine der beiden Strahlen annullirt, folglich nur in einer Richtung polarisirtes Licht durchgelassen wird. Das eine der beiden Prismen (das polarisirende) eines solchen Apparats befindet sich vor der Zuckerlösung und bewirkt die Polarisation des eintretenden Lichts, das andre Prisma (das analysirende) ist hinter der Zuckerlösung angebracht und hat den Zweck, die Lage der Polarisationsebene des austretenden Lichts zu bestimmen.

Für den speciellen Zweck der Zuckerpolarisation sind hauptsächlich zwei Apparate in Gebrauch: der Apparat von Mitscherlich und der von Soleil, welche sich im Wesentlichen dadurch unterscheiden, dass bei jenem die drehende Wirkung der Zuckerlösung unmittelbar durch den entsprechenden Gradbogen, bei diesem dagegen das Drehungsvermögen der Lösung mittelbar gemessen wird durch Annullirung der Drehung, nämlich durch die Dicke einer Quarzplatte, deren Drehungsvermögen links das Drehungsvermögen rechts (und umgekehrt bei Fruchtzucker) der Zuckerlösung aufhebt.

Der Mitscherlich'sche Apparat, der ältere, ist einfacher construirt und für den Ungeübten leichter zu handhaben, als der Soleil'sche, deshalb und auch wohl wegen seines sehr bedeutend billigeren Preises findet man ihn weit mehr in Gebrauch, als letztern, obgleich nach dem fast übereinstimmenden Urtheile Sachverständiger

mit dem Soleil'schen Instrumente weit genauere Bestimmungen möglich sind. Beide stimmen darin überein, dass die Polarisation des Lichts durch Nicol'sche Prismen bewirkt wird und die Beobachtungsröhre eines jeden 200 Millimeter lang ist. — Da die Bedeutung beider Apparate eine detaillirte Beschreibung derselben wünschenswerth erscheinen lässt, so möge eine solche hier folgen. Fig. 86 zeigt den Mitscherlich'schen Apparat. Die Röhre *b* desselben enthält das polarisirende Nicol'sche Prisma und ist mit ihrem vordern (der Beobachtungsröhre zugewandten) Ende in eine am Stativ festsitzende Messinghülse geschoben, in welcher sie, zugleich mit dem in ihr festsitzenden polarisirenden Nicol, beliebig um ihre horizontale Axe gedreht werden kann, für gewöhnlich aber mit einer Stellschraube fixirt wird. Die dem Auge zugewandte Röhre *a*, in welcher das zerlegende Nicol'sche Prisma (der Analyseur) befestigt ist, sitzt drehbar in einer Oeffnung im Centrum der vordern, die Kreiseintheilung tragenden Scheibe. Zugleich ist ein Zeiger und rechtwinklig mit ihm eine kleine Handhabe auf der Röhre *a* befestigt, dieser zum Drehen der Röhre, jener, um den Drehungswinkel anzuzeigen.

Fig. 86.



Zwischen den beiden Prismen der Röhren *a* und *b* liegt nun die 200 Millimeter lange Beobachtungsröhre, die entweder von Glas ist und in diesem Falle in eine Papphülse zur Abhaltung des Lichts (wie in der Zeichnung) gelegt wird, oder auch noch häufiger von Messing, wo sie dann in der Mitte einen kleinen offnen Trichter zum Eingiessen der Lösung trägt. Die beiden Oeffnungen der Glas- oder Messingblechröhre sind mit Glasplatten geschlossen, die mittelst Messingverschraubungen durchaus wasserdicht an den Röhrenenden befestigt werden.

Um beim Gebrauche des Apparates nicht durch das äussere Tageslicht, welches die Lichtstärke innerhalb des Apparates für das Auge abschwächt, gestört zu werden, thut man sehr wohl, sich einen dunkeln Raum herrichten zu lassen, von der Grösse, dass ausser einem Tischchen für den Apparat und die Lampe ein Stuhl für den Beobachter Platz darin hat. Die Flamme der Lampe (man benutzt am besten eine gute Stelllampe), muss durch irgend eine Vorrichtung nach dem Beobachter zu verdeckt werden, damit das Auge nicht durch directe Strahlen ausserhalb des Apparates getroffen wird. Ein den Glascylinder umschliessender Blechcylinder mit Seitenrohr nach dem Apparate zu (wie bei dem in Fig. 94 dargestellten Ventzke'schen Polarimeter) schützt am vollständigsten, in Ermangelung dessen mag auch eine hinter der Theilungsscheibe des Apparats befestigte grosse Pappscheibe ausreichen.

Ein- für allemal muss man es sich zur Regel machen, vor dem Gebrauche des Apparates den Nullpunkt genau zu bestimmen. Es geschieht dies durch genaues Einstellen des hintern polarisirenden Prismas — eine Arbeit, die ein Jeder ausführen kann, gleichgültig, ob er von dem Wesen und der Wirkung der Polarisation überhaupt einen deutlichen Begriff hat oder nicht.

Zur Beobachtung behufs Fixirung des Nullpunktes wird zweckmässig die Beobachtungsröhre mit Wasser gefüllt eingelegt. Man schiebt nun den Zeiger des vordern im Rohre *a* befindlichen Prismas genau auf 0 Grad, stellt die Lampe in möglichst günstiger (durch Auf- und Niederschieben während des Beobachtens ermittelter) Höhe dicht vor das hintere Prisma, d. h. vor die hintere Oeffnung von *b* und lockert die Stellschraube an der dieses Prisma einschliessenden Röhre *b*, damit letztere beweglich wird und durch Hin- und Herdrehen während des Beobachtens in die richtige Lage gebracht werden kann. Diese ist erreicht und damit der Nullpunkt bestimmt, sobald dem Beobachter beim Hineinsehen in den Apparat die hintere Oeffnung der Röhre *b* als eine in ihrer ganzen Fläche fast dunkle Scheibe erscheint, die nur rechts und links schmale erleuchtete Ränder (Kreissegmente), in der Mitte aber die stärkste Verdunkelung, nämlich einen genau verticalen (also von oben nach unten gehenden) intensiv schwarzen, schmalen Streifen zeigt, der sich allmälig nach beiden Seiten hin gleichmässig in lichteres Schwarz bis Grau verdünnt (Fig. 87 a. f. S.). Während des Einsehens in den Apparat

ist die Röhre *b* so lange nach rechts oder links zu drehen, bis das eben beschriebene Bild genau einsteht. Gewöhnlich überschreitet man das richtige Maass der Drehung, da schon geringe Quanta Zuviel oder Zuwenig stark differirende Bilder erzeugen. Um den Nullpunkt dieses Instrumentes zu fixiren, ist es gerathen, sich ganz nach den zu beiden Seiten gelegenen hellen Kreissegmenten zu richten, d. h. die Stellung des polarisirenden Prismas als die richtige anzunehmen, bei welcher diese hellen Segmente genau gleichbreit sind, die sie einschliessenden Sehnen aber parallel zu einander und senkrecht stehen. Bei einiger Uebung wird man diese Stellung leicht fixiren können. Um die hellen Ränder nach rechts und links deutlicher hervortreten zu lassen und durch temporäre Ungleichheit derselben dem Auge einen Gegensatz zu gewähren, der es für den Zustand der Gleichheit beider Segmente empfindlicher macht, braucht man nur an der die Röhre *a* bewegenden Handhabe wechselnd nach links und rechts zu drehen.

Fig. 87.



Ausserdem muss empfohlen werden, nicht zu lange ohne Unterbrechung zu beobachten, sondern dann und wann eine Pause eintreten zu lassen und während derselben die Augen zu schliessen. Der erste Eindruck ist gewöhnlich der intensivste, das frische Auge bestimmt beim ersten Anblicke der Scheibe des Apparats kleine Abweichungen von der Normalstellung mit grösster Genauigkeit, während andauernde Forcirung der Sehkraft das Object der Beobachtung immer verschwommener erscheinen lässt.

Hat man nun entweder nach der Mittellinie oder den beiden Rändern den Nullpunkt d. h. also den Zustand der höchsten Verdunkelung (den dunkeln Pol) fixirt, so wird die Stellschraube der Röhre *b* fest angezogen und dadurch das polarisirende Prisma in der richtigen Stellung befestigt.

Den andern Grenzpunkt der Drehung, das Maximum der Helligkeit (den hellen Pol), findet man durch eine Drehung des vordern Prisma's, also der Röhre *a* um 90° nach rechts oder links. Die hintere Oeffnung erscheint dem Beobachter während dieser Drehung immer heller, bis der Zeiger auf 90° steht und damit der Zustand grösster Helligkeit (Lichtpol, helle Pol) erreicht ist. Fixiren lässt sich dieser Maximalpunkt der Helligkeit nicht, denn er bietet nicht so bestimmte Grenzen als der Punkt stärkster Verdunkelung, deshalb

— aber aus keinem andern Grunde — nimmt man immer letztern, den dunkeln Pol, als Norm. Die höchste Leuchtkraft nimmt nun in den Drehungsquadranten von 90° bis 180° ebenso ab, wie sie von 0° bis 90° zunahm; der Punkt 180° entspricht genau dem Punkte 0°, er muss ebenso wie dieser eine dunkle Scheibe zeigen mit dem Maximum der Verdunkelung als Mittellinie und den hellen Segmenten rechts und links als Einfassung. Man kann den Punkt 180° als Controle für den Nullpunkt benutzen; sollten bei letzterm die Segmente fast unmerklich schräg stehen, einen Winkel mit der Verticalen nach rechts oder links machen, so wird derselbe Winkel aber in entgegengesetzter Richtung bei 180° erscheinen, und durch diese dem Auge sofort auffällige Differenz der Beobachter veranlasst werden zur Regulirung der ursprünglich nicht ganz genauen Nullgrad-Stellung, die ihm ohne Vergleich gesehen nicht als unrichtig auffiel *). Der Quadrant 180° bis 270° entspricht selbstverständlich dem ersten Quadranten 0° bis 90°, bei 270° ist wieder der Maximalpunkt der Helligkeit (die Polarisationsebene des weissen Lichtes), die im vierten Quadranten entsprechend dem zweiten abnimmt, bis auf den Ausgangspunkt 360° oder 0° **).

Legt man nun die Beobachtungsröhre mit einer farblosen filtrirten Lösung von reinem Rohrzucker gefüllt in das Mitscherlich'sche Polarimeter und sieht hindurch, so erscheint bei der Nullstellung des Apparates die hintere Oeffnung nicht dunkel, sondern hell, und

*) Eine absolut senkrechte Stellung der dunkelen Mittellinie lässt sich oft gar nicht erreichen, in manchen Apparaten erscheint die ganze dunkele Zone des Nullspectrums immer etwas schrägstehend. In diesem Falle ist natürlich als Nullpunkt einfach die Stellung der dunkelsten Mittellinie zu fixiren, bei der letztere durch das Centrum des Spectrums geht, also das Spectrum in zwei gleich grosse Hälften theilt. Gleiche Breite der hellen Segmente ist ein Zeichen des Erreichtseins dieser Stellung, das Auge urtheilt auch hier nach den Segmenten, ungeachtet ihrer schrägen Stellung genauer, als nach der Mittellinie allein. Man muss bei richtiger Fixirung Beides: Mittellinie und helle Ränder, im Auge haben.

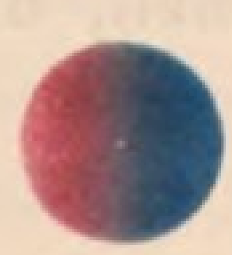
**) Der Wortbegriff des Ausdruckes „Polarisation" wird, obgleich letzterer eine rationelle Bezeichnung ist und seine Deutung nahe liegt, auffallender Weise in der Praxis sehr häufig von denen nicht verstanden oder doch missverstanden, die mit dem Polarisiren selber sehr vertraut sind. „Polarisation" bedeutet einfach: Zwei Pole annehmen, d. h. nach verschiedenen Richtungen verschiedene in Wechselbeziehung zu einanderstehende Eigenschaften zeigen. Polarisirtes Licht ist demnach Licht mit zwei Polen, einem dunkelen und einem hellen. Vgl. Seite 332 u. 333.

meistens etwas gelb gefärbt. Bei Rechtsdrehung des Zeigers mit dem das polarisirende Prisma enthaltenden Rohre *a* zeigt sich Circularpolarisation, es folgen aufeinander die Farben: gelb, grün, blau, violett, roth, orange, das heisst also, wie oben erklärt: die Zuckerflüssigkeit hat die Polarisationsebenen jeder dieser farbigen Strahlen um einen bestimmten Centriwinkel nach rechts gedreht.

Um nun die Drehungsbeträge verschiedener zu prüfender Zuckerlösungen unter einander vergleichen zu können, muss man für alle ein und dieselbe Polarisationsebene, d. h. ein und dieselbe Farbennüance, als fixen Punkt der Drehung annehmen. Als einen solchen hat man für den Mitscherlich'schen Apparat die Uebergangsfarbe von Blau in Violett gewählt, da diese beiden Farben einen schärfern Contrast darbieten, weniger allmälig in einander verschwimmen, als alle übrigen Farben. Man versuche nur einmal zwischen Blau und Grün oder zwischen Gelb und Grün eine scharfe Grenze zu fixiren — es wird nicht gelingen.

Allerdings gehört auch Uebung zur scharfen Fixirung der Grenze zwischen Blau und Violett, vorzüglich da die Uebergangsfarben nicht immer gleicher Breite sind, sondern sehr schmal bei verdünnten, sehr breit bei concentrirten Lösungen: aber man wird doch bald sicher in Bestimmung des richtigen Farbentones. Fig. 88 zeigt ein solches Normalspectrum des Mitscherlich'schen Apparats. Die rechte Hälfte desselben muss rein blau sein, während die linke Hälfte einen allmäligen Uebergang von Violett in Roth zeigt. Man halte als Regel fest: die Linie, in der reines Blau anfängt, also jede Einmischung von Violett aufhört, muss als senkrechte Mittellinie (theilender Durchmesser) im Spektrum erscheinen.

Fig. 88.



Bevor man den Polarisationsapparat in Gebrauch nimmt, ist es jedenfalls erforderlich, die Drehungsfähigkeit desselben für einen bestimmten Zuckergehalt der drehenden Flüssigkeit festzustellen, damit ein für alle Mal aus jener (dem Drehungsbogen) dieser (der Zucker in der Lösung) nach einem bestimmten, möglichst einfachen Zahlenverhältnisse berechnet werden kann.

Nach Mitscherlich's ursprünglicher Bestimmung sollen 15 Gramme reiner trockner Rohrzucker (reinste Raffinade), gelöst in so viel Wasser, dass die ganze Flüssigkeit 50 Cubikcentimeter be-

trägt, bei 200 Millimeter Röhrenlänge eine Drehung veranlassen von 40°. Nach diesem Verhältnisse müsste nun jeder Apparat controlirt und der Zuckergehalt jeder polarisirten Flüssigkeit berechnet werden. Da aber bei einer Drehung von 40° der Winkelabstand der Polarisationsebenen des blauen und des rothen Strahls schon ziemlich bedeutend, der Uebergang von einer Farbe in die andere mithin breit und deshalb die trennende Grenze zwischen beiden für das Auge schwerer fixirbar ist, so nimmt man sicherer eine halb so grosse Drehung, also einen Winkel von 20° als Norm, welche Drehung dann hervorgebracht werden muss durch eine 200 Millimeter dicke Schicht einer Lösung, welche in 100 Cubikcentimeter 15 Gramme reinen Zucker enthält. Diese Lösung nennt man die Normallösung und man betrachtet das Polarimeter als normal, wenn das Spectrum desselben durch eine 200 Millimeter lange Schicht der Normallösung hindurch gesehen, beim Einstellen des Zeigers auf 20° genau halb blau, halb violett-roth (wie Fig. 88) erscheint.

Ein Polarisationswinkel von 20 Grad lässt sich immer genau fixiren, abgesehen davon giebt er aber auch ein sehr bequemes Rechnungsverhältniss; denn da 20 Grad Drehung reinen Zucker, das heisst 100% Zuckergehalt in der gelösten Substanz ankündigen, so entsprechen einer Drehung von 1 Grad am Polarimeter $\frac{100}{20} = 5$ Procent Zucker in derjenigen zuckerhaltigen Substanz, von welcher 15 Gramme in 100 Cubikcentimeter der geprüften Flüssigkeit enthalten sind.

Z. B. 15 Gramme Rohzucker gaben mit Wasser, zu 100 Cubikcentimeter gelöst, 18,8 Grad Drehung, folglich enthielt das Product $18{,}8 \times 5 = 94{,}0$ Proc. reinen Zucker.

Um für 1 Grad Drehung 5 Proc. Zuckergehalt in Rechnung bringen zu können, ist also Bedingung: 15 Gramme des zu polarisirenden Körpers mit Wasser zu 100 Cubikcentimeter zu lösen. Je 1 Proc. reiner Zucker in dem Körper kündigt sich dann durch $^1/_5$ Grad Drehung der Polarisationsebene an. Dieser Drehungsbetrag ist sehr geringe, man würde, wenn man nur $^1/_{10}$ Grad zu viel oder zu wenig abläse an der Kreistheilung, den Zuckergehalt des Körpers gleich um $^1/_2$ Proc. zu hoch oder zu niedrig finden. In der Wirklichkeit werden aber sehr häufig Fehler von $^1/_4$ bis $^1/_3$ Grad beim Einstellen und Ablesen

gemacht — der Mitscherlich'sche Apparat erlaubt einmal keine grössere Genauigkeit. Solchen Fehlern entsprechen dann gleich Differenzen von $1^1/_4$ bis $1^2/_3$ Proc. Zuckergehalt. Bei sehr zuckerreichen Substanzen, krystallisirten Producten z. B., mögen Differenzen dieses Betrages allerdings nicht so sehr schwer ins Gewicht fallen als bei Substanzen von geringem Procentgehalte an Zucker, z. B. Dick- und Dünnsaft, Syrup, rohem Rübensafte. Für alle diese Stoffe, bei denen $^1/_2$ Proc. oder 1 Proc. Zucker Unterschied schon viel ausmacht, müssen so bedeutende Untersuchungsfehler von vornherein unmöglich sein, und das werden sie nur, wenn man, statt wie oben 15 Gramme solcher zuckerarmen Stoffe in 100 C. C. Wasser zu lösen und diese verdünnte Lösung zu polarisiren, concentrirtere Lösungen derselben polarisirt, so dass sich nunmehr je 1 Proc. Zucker durch einen in demselben Maasse grösseren Drehungswinkel ankündigt. — Wenn man hiernach statt der einfachen Menge (15 Grm.) ein Multiplum von 15 Gramme, also je nach muthmasslichem Zuckergehalt der zu polarisirenden Substanz 2×15, 3×15, 4×15, 5×15 Gramme davon mit Wasser zu 100 Cubikcentimeter Flüssigkeit löst oder verdünnt, so werden jetzt, da die Drehung proportional dem Zuckergehalt im Volum der Flüssigkeit wächst, 100 Proc. reiner Zuckergehalt der verwendeten Substanz durch beziehungsweise 2×20 Grad, 3×20 Grad, 4×20 Grad, 5×20 Grad am Polarimeter angekündigt werden, wie nachstehende Tabelle übersichtlich erkennen lässt:

Wenn 100 C.C. der polarisirten Lösung an Zuckersubstanz enthalten:	so ist für je 1 Grad Polarimeterdrehung in Rechnung zu bringen ein reiner Zuckergehalt in dieser Zuckersubstanz von:
15 Gramme	$\left(\frac{100 \text{ Proc.}}{20 \text{ Grad}}\right) = 5$ Proc.
30 „	$\left(\frac{100 \text{ Proc.}}{40 \text{ Grad}}\right) = 2^1/_2$ Proc.
45 „	$\left(\frac{100 \text{ Proc.}}{60 \text{ Grad}}\right) = 1^2/_3$ Proc.
60 „	$\left(\frac{100 \text{ Proc.}}{60 \text{ Grad}}\right) = 1^1/_4$ Proc.
75 „	$\left(\frac{100 \text{ Grad}}{100 \text{ Grad}}\right) = 1$ Proc.

Umgekehrt kündigt sich dann je 1 Proc. reiner Zucker in der gelösten Zuckersubstanz durch einen in demselben Grade steigenden Drehungsbetrag an, wie folgende Scala zeigt:

Wenn 100 CC. der polarisirten Flüssigkeit an Zuckersubstanz enthalten:	so bewirkt je 1 Proc. Zuckergehalt in dieser Substanz am Polarimeter eine Drehung von:
15 Gramme	$\left(\frac{20 \text{ Grad}}{100 \text{ Proc.}}\right) = \frac{1}{5}$ Grad
30 "	$\left(\frac{40 \text{ Grad}}{100 \text{ Proc.}}\right) = \frac{2}{5}$ Grad
45 "	$\left(\frac{60 \text{ Grad}}{100 \text{ Proc.}}\right) = \frac{3}{5}$ Grad
60 "	$\left(\frac{80 \text{ Grad}}{100 \text{ Proc.}}\right) = \frac{4}{5}$ Grad
75 "	$\left(\frac{100 \text{ Grad}}{100 \text{ Proc.}}\right) = 1$ Grad

Es ist einleuchtend, dass das letzte Verhältniss, bei welchem 1 Grad Drehung 1 Proc. Zuckergehalt entspricht, für Säfte aller Art, namentlich für die wohl am meisten in der Praxis vorkommenden Polarisationen des Rohsaftes, am günstigsten sein muss. Man braucht nur in ein 100 C. C.-Fläschchen 75 Gramme des Saftes einzuwiegen, den übrigen Raum des Fläschchens mit Wasser zu füllen, das ganze Gemisch in ein Becherglas zu schütten (unter Nachspülen des geleerten Fläschchens mit dem Gemische), dann 10 C.C. Bleiessig zuzusetzen, nach Umrühren und Stehenlassen zu filtriren und das klare Filtrat schnell (weil bei längerem Stehen Trübung eintritt) zu polarisiren: so ergeben die abgelesenen Grade der Drehung, vermehrt um $\frac{1}{10}$ (wegen der durch den Bleiessig bewirkten Volumvergrösserung um $\frac{1}{10}$) unmittelbar die Procente (Gewichtsprocente) Zucker, welche der Saft enthält. Es ergab z. B. ein Saft auf diese Weise 11,5 Grad Drehung, sein Zuckergehalt betrug also $(11,5 + 1,15) = 12,65$ Proc.

Diese Polarisationsmethode ist in ihren Manipulationen sowohl wie ihren Berechnungen einfacher als das früher allgemein gebräuchliche Verfahren, bei welchem man jedesmal das specifische Gewicht des Saftes bestimmen musste. Aber in allen solchen Fällen, wo es sich nicht bloss um Ermittelung des Zuckergehalts, sondern um genaue Werthbestimmung des Rübensaftes handelt, kann allerdings diese

umständlichere Methode wohl empfohlen werden grade wegen der bei ihr erforderlichen genauen Bestimmung der Dichtigkeit des Saftes, die, wie wir gesehen haben, neben der Polarisation Aufschluss giebt über den Nichtzuckergehalt des Saftes. Man müsste behufs einer solchen Werthbestimmung also doch jedenfalls den Saft mit dem Volumeter oder dem Saccharometer auf sein specifisches Gewicht prüfen, hätte man diese Prüfung auch bei der alleinigen Polarisation vermieden. Kommt hingegen nur der Zuckergehalt des Saftes in Frage, für den das specifische Gewicht des Saftes ein gleichgültiges Moment ist, so wähle man das obige neue Verfahren (75 Gramme Saft mit Wasser auf 100 C.C. verdünnt), ein Fall, der jedoch sehr selten für den praktischen Zuckerfabrikanten eintritt.

Nach dem ältern Verfahren werden 100 C.C. Saft (ohne Wasserzusatz) mit 10 C.C. Bleiessig geklärt und nach geschehener Filtration polarisirt. Man erhält z. B. mit einer Probe so geklärten und filtrirten Saftes eine Drehung von 15 Grad am Polarimeter, welcher Betrag um $^1/_{10}$ vergrössert (wegen des Bleiessigs) 16,5 Grad ergiebt. Nach der für das Drehungsvermögen des Polarimeters oben festgesetzten Norm entsprechen 20 Grad Drehung 15 Gramme reinen Zuckers in 100 C.C. Flüssigkeit, wonach sich für unsre 100 C.C. Saft, die 16,5° Drehung zeigen, ein Zuckergehalt von (20 : 15 = 16,5 : x), x = 12,37 Grammen berechnet. Diese 12,37 Grammen sind aber noch keine Procente (d. h. keine Gewichtsprocente, und nur solche meint man, wenn man in der Praxis von Procenten spricht), denn sie bezeichnen nur Gewichtstheile im Volum, in 100 C.C. Saft, deren absolutes Gewicht erst bestimmt werden muss durch Multiplication mit dem specifischen Gewichte des Saftes. Die Ermittlung des specifischen Gewichts geschieht, wie Seite 318 u. folg. auseinandergesetzt, entweder durch directe Wägung des Saftes in dem 100 C.C.-Fläschchen oder mittelst Aräometermessung. In unserm Falle fand man das specifische Gewicht des Saftes mittelst directer Abwägung im 100 Gramme-Fläschchen zu 1,057, d. h. 100 C.C. des Saftes wogen 105,7 Gramme. Da nun diese 105,7 Gramme Saft, wie wir oben gesehen, 12,37 Gramme Zucker enthalten, so enthalten 100 Gramme Saft (105,7 : 12,37 = 100 : x) $x = \frac{12{,}37 \cdot 100}{105{,}7} = \frac{12{,}37}{1{,}057}$ = 11,7 Gramme Zucker, oder mit andern Worten: der Saft enthält 11,7 Proc. Zucker. Die empirische Regel für das Verfahren drückt sich also kurz aus wie folgt: Man klärt den Rübensaft mit $^1/_{10}$ sei-

nes Volums Bleiessig, polarisirt, vermehrt die gefundenen Grade um $1/10$, multiplicirt die Summe mit $\frac{15}{20}\left(=\frac{3}{4}\right)$, und dividirt in das resultirende Product mit dem specifischen Gewichte des Saftes: der Quotient bezeichnet dann Gewichtsprocente Zucker im Rübensafte *).

Gefärbte Producte, als Dicksäfte, dunkle Rohzuckern, Melassen u. s. w., bedürfen vor der Polarisation einer Entfärbung ihrer Lösungen mittelst Knochenkohle. Für hellere Lösungen mag grobkörnige Kohle und einfaches Filtriren der Flüssigkeiten durch dieselbe genügen; dunkle Lösungen kann man dagegen nur durch tüchtiges Schütteln mit hinreichenden Mengen frischgebrannter feingemahlener Knochenkohle genügend entfärben. Die kräftigste entfärbende Wirkung erhält man bei Anwendung von Bleiessig und Kohle hintereinander: man setzt erst den Bleiessig zu und schüttelt dann das Filtrat in einem verkorkten Glase wiederholt mit feiner Kohle durch. Es versteht sich wohl von selbst, dass die

*) Den Mitscherlich'schen Apparaten sind meistens Tabellen beigegeben, aus denen man die den gefundenen Polarisationsgraden entsprechenden Gewichtsprocente Zucker unmittelbar ablesen kann, also weder eine Bestimmung des specifischen Gewichts des Saftes noch die Umrechnung von Volumprocenten auf Gewichtsprocente auszuführen nöthig hat. Man kommt dadurch zwar rasch und bequem zu einem Resultate, gewöhnlich aber zu einem ungenauen. Den Tabellen liegt nämlich meistens die Voraussetzung zum Grunde, dass der polarisirte Rübensaft das specifische Gewicht habe, welches er haben müsste, wenn er eine reine Zuckerlösung wäre. Es ist mithin bei der Umwandlung der Volumprocente in Gewichtsprocente ein zu geringes specifisches Gewicht, ein zu geringer Divisor in Rechnung gezogen, so dass der Quotient: der Zuckergehalt in Gewichtsprocenten zu hoch ausfällt. Vergleichende Bestimmungen werden immer Differenzen zwischen den Zahlen der Tabelle und den durch eigene Rechnung ermittelten Zahlen ergeben, letztere fallen immer kleiner aus als erstere. Wem es daher um genaue Resultate zu thun ist, der ermittele jedesmal das specifische Gewicht des Saftes (mittelst directer Abwägung wie oben, oder auch mit dem Aräometer) und berechne danach die Gewichtsprocente selber. — Die Ermittelung des specifischen Gewichts des Saftes mittelst directer Abwage im 100 oder 50 Gramm-Gläschen empfiehlt sich der aräometrischen Bestimmung gegenüber dann, wenn man wie z. B. beim Untersuchen einzelner Rüben nur über wenig Saft zu verfügen hat. Die Saccharometerwägung erfordert ein weit grösseres Saftquantum, ist aber einfacher und schneller auszuführen, deshalb bei grösseren Saftbestimmungen in der Campagne, bei denen eine Menge Saftproben gewogen werden müssen, zu empfehlen. Ein genaueres Resultat giebt die directe Abwage im 100 oder 50 Gramm-Glase nur bei Anwendung einer nicht allzu unempfindlichen Waage; wo diese nicht vorhanden, thut man besser, die aräometrische Bestimmung (mittelst der Balling'schen oder Brix'schen Spindel) anzuwenden und die gefundenen Grade nach der Tabelle Seite 324 in das entsprechende specifische Gewicht umzusetzen.

verwendete Kohle immer vollkommen trocken sein muss, damit sie nicht eine Verdünnung der zu prüfenden Zuckerlösung bewirkt. Bekanntlich absorbirt die Knochenkohle aus solchen Lösungen keinen Zucker, sondern nur die ihn begleitenden Verunreinigungen (Salze, Farbstoffe u. s. w.). Man braucht deshalb die Menge der behufs Entfärbung zuzusetzenden Kohle nicht ängstlich zu beschränken, sondern darf immer ausreichende Quantitäten davon in Anwendung bringen, ohne befürchten zu müssen, den Zuckergehalt der entfärbten Lösung und dadurch ihr Polarisationsergebniss zu verringern. Es mögen hier einige Versuche folgen, wie sie in der täglichen Praxis vorkommen.

30 Gramme schwach gelber (zweimal filtrirter) Dicksaft, mit Wasser zu 100 C. C. Flüssigkeit verdünnt, wurden mit einigen Grammen trocknen feinen Spodiums kräftig durchgeschüttelt und filtrirt. Die klare und kaum gefärbte filtrirte Flüssigkeit polarisirte $14{,}5^0$, welcher Drehungswinkel nach der Seite 339 angenommenen Norm, wonach 1^0 Drehung bei 30 Grammen Substanz in 100 C.C. 2,5 Procent Zuckergehalt ankündigt, $(14{,}5 \times 2{,}5$ Proc.$) = 36{,}25$ Procenten Zucker im Dicksafte entspricht.

30 Gramme Füllmasse gaben, mit Wasser zu 100 C.C. gelöst, eine stark gelbe Flüssigkeit, welche mit 10 C.C. Bleiessig versetzt und nach gehöriger Agitation mit letztern filtrirt wurde. Das hellgelbe Filtrat wurde mit einigen Grammen Spodium durchgeschüttelt und wiederum filtrirt. Die nun fast farblose Flüssigkeit polarisirte $30{,}5^0$. Dazu gerechnet $\frac{30{,}5^0}{10}$ für den Bleiessig giebt $33{,}55^0$, welche entsprechen, da 1 Grad Drehung bei der hier geschehenen Anwendung des doppelten Normalquantums 2,5 Proc. Zuckergehalt ankündigt, $(33{,}55 \times 2{,}5) = 83{,}87$ Proc. Zucker in der Füllmasse.

Eine Lösung von 30 Gramm sehr dunkler Melasse zu 100 C.C. versetzte man mit 20 C.C. Bleiessig, schüttelte das Filtrat mit viel Spodium, filtrirte und behandelte die ablaufende immer noch gelbe Flüssigkeit zum zweiten Male mit Spodium. Das nun resultirende Filtrat war hell und polarisirte $15{,}25^0$, die um $^1/_5$ vermehrt $= 18{,}33^0$. Der Zuckergehalt der Melasse betrug demnach $(18{,}33 \times 2{,}5)$ Proc. $= 45{,}8$ Proc.

75 Gramme stark gelber Scheidesaft *) mit so viel Wasser ge-

*) Da Gegenwart von Alkali die Polarisationsfähigkeit des Zuckers in seinen Lösungen etwas verringert, so werden stark alkalische Zuckerflüssigkeiten (stark kalkhaltige Scheidesäfte, kalihaltige Melassen u. s. w.) vor ihrer Behandlung mit

mischt, dass die Flüssigkeit 100 C.C. betrug, wurden mit 10 C.C. Bleiessig und nachher mittelst Knochenkohle entfärbt. Das Filtrat polarisirte 7,5°, der Scheidesaft enthielt also (7,5 + 0,75) = 8,25 Proc. Zucker.

Wir nahmen nun von vornherein an und gingen bei allen angeführten Beispielen davon aus, dass der Mitscherlich'sche Apparat bei richtiger Einstellung des Nullspectrums 20 Grad Drehung zeigt für 15 Gramme reinen Zucker zu 100 C.C. gelöst. Prüft man eine Anzahl Mitscherlich'scher Polarimeter mit dieser Normallösung, so wird man meistens — selbst bei Apparaten aus derselben Fabrik — abweichende Drehungsbeträge finden für die Farbenstellung halb blau, halb violett-roth, und zwar fast immer Winkel über 20°. In solchen Fällen vermindert man das Normalquantum, man löst so viel weniger (unter 15 Gramme) der zuckerhaltigen Substanz zu 100 C.C., als das Drehungsvermögen des Apparates stärker, d. h. der Polarisationswinkel grösser (über 20°) ist. Zeigte z. B. ein Apparat mit der Normallösung von 15 Grammen zu 100 C.C. 20,5° Drehung, so würde, um in demselben Apparate eine Drehung von 20° zu erzeugen, der Zuckergehalt der Lösung um $\frac{20}{20,5}$ geringer sein, das Normalquantum des (in 100 C.C. enthaltenen) Zuckers also jetzt $\left(\frac{20}{20,5} \times 15\right) = 14,65$ Gramme betragen müssen, denn 20,5° : 20° = 15 Gramme : 14,635 Gramme, da der Zuckergehalt im Volum Flüssigkeit proportional ist der Drehung. Man verwendet also für den 20,5° drehenden Apparat nicht wie früher 15 Gramme oder Multipla von 15 Grammen zuckerhaltiger Substanz zur Untersuchung, sondern jedesmal 14,635 Gramme oder deren Multipla. Die Reduction von Grad- in Procentzahl bleibt dann wie früher, man hat nach den Verhältnissen $\frac{100\%}{20^0}$, $\frac{100\%}{40^0}$... $\frac{100\%}{100^0}$, für je 1 Grad Drehung entsprechend dem 1-, 2- ... 5fachen Normalquantum verwendeter Substanz, je 5 Proc., 2,5 Proc.... 1 Proc. Zuckergehalt in Rechnung zu bringen.

Es lässt sich nun für jeden Winkel unter oder über 20 Grad, den ein Apparat bei Anwendung der ursprünglichen Normallösung von 15 Grammen reinen Zuckers in 100 C.C. und unter Voraussetzung

Bleiessig mit Essigsäure neutralisirt oder schwach angesäuert. Geringer Kalk- oder Kaligehalt wird indess bei Ermittlungen für den praktischen Betrieb ganz übersehen.

richtig fixirter Nullstellung zeigt, das zugehörige modificirte Normalquantum leicht berechnen. Otto giebt darüber nachstehende kleine Tabelle:

Dreht eine Zuckerlösung, welche 15 Gramme reinen Zucker in 100 C.C. enthält:	so ist das Normalquantum zuckerhaltiger Substanz:
20°	15 Gramme
20,25°	14,815 „
20,5°	14,635 „
20,75°	14,457 „
21°	14,285 „
21,25°	14,117 „
21,5°	13,953 „
21,67°	13,844 „

Zieht man vor, 15 Gramme oder deren Multipla anzuwenden, ungeachtet der Apparat nicht 20° Drehung zeigt für 15 Gramme in 100 C.C., so muss man die Berechnung der Grade auf Procente nach Verhältniss des grösseren Winkels modificiren. Zeigt z. B. eine Lösung von 15 Grammen Rohzucker zu 100 C.C. in einem Polarimeter, der für 15 Gramme reinen Zucker in 100 C.C. 21° dreht, 20 Grad Drehung, so enthält der Rohzucker (21 : 20 = 100 : x) x = 95,23% reinen Zucker. Die Einfachheit des Zahlenverhältnisses zwischen Grad und Procent bei 20 Grad Drehung für je 100 Proc. Zuckergehalt empfiehlt es jedoch, diesem Verhältnisse gemäss das Normalquantum ein für allemal zu ändern, statt bei ungeändertem (15 Gramme betragendem) Normalquantum jedesmal eine besondere Rechnung vorzunehmen. Dass man dabei Bruchtheile der Grammen an Substanz abzuwiegen hat, z. B. bei Saftpolarisationen statt früher 75 Gramme jetzt (14,635 × 5) = 73,175 Gramme Saft, ist kein Nachtheil, da man ja auch die 75 Gramme auf kleine Differenzen genau wiegen muss, wenn man überhaupt genaue Resultate erzielen will.

Hat man das dem Drehungsvermögen entsprechende Normalquantum der Substanz mittelst Rechnung bestimmt, so controlirt man den Apparat, indem man die Normallösung einlegt und den Zeiger auf 20° rückt. Beim Hineinsehen muss das Spectrum wie Fig. 88 erscheinen, oder wenigstens die Farbennüance zeigen, die man überhaupt bei seinen Beobachtungen zu fixiren gewohnt ist. Bezüglich des Fixirens der Drehung für eine bestimmte Farbendifferenz lehrt die Erfahrung zur Genüge, dass nicht alle Augen ein und dasselbe

Spectrum für gleich anerkennen, dass z. B. der Eine die Trennungslinie zwischen Blau und Violett genau in der Mitte sieht, während sie ein Anderer als nicht in der Mitte, sondern mehr nach rechts oder links liegend erkennt. In wenigen Fällen werden zwei Personen, die ein und denselben Apparat benutzen, absolut übereinstimmende Drehungsbeträge für dieselben Zuckerlösungen bekommen, es wird immer in den Beobachtungen Beider eine Differenz sein, je nachdem sie mehr oder weniger Blau ins Spectrum nehmen. Ungeachtet dieser subjectiven Unterschiede können doch richtige und übereinstimmende Resultate erzielt werden, wenn nur Jeder nach seinem Auge Normallösung und Rechnungsnorm besonders einrichtet und bei allen Beobachtungen in Consequenz mit sich selber bleibt durch Einstellen immer desselben seinem Auge eigenthümlichen Spectrums *).

Wir gehen nun über zur Beschreibung des Soleil'schen (Soleil-Dubosq'-Clerglet's) Polarimeters, dessen von dem Mitscherlich'schen Apparate abweichendes Princip, wie schon oben erwähnt, darin besteht, dass das Drehungsvermögen der Zuckerlösung indirect gemessen wird durch die Dicke einer Querschicht, welche die Drehung der Lösung annullirt.

Fig. 89 (auf folg. S.) ist die Seitenansicht, Fig. 90 (a. f. S.) ein senkrechter Längenschnitt, Fig. 91 (Seite 351) die obere Ansicht des Soleil'schen Apparats. Die innere Einrichtung desselben wird besser verstanden, wenn man ihn zunächst ohne das hintere Röhrenstück *o* der Betrachtung unterzieht.

Das Licht der Lampe, durch das Rohr *k* eintretend, wird zunächst durch das Kalkspathprisma *p* (den Polarisator) polarisirt und

*) Den in der Praxis gebräuchlichen Mitscherlich'schen Apparaten ist wohl selten ein Glas von 100 CC. Capacität, sondern fast immer ein solches von 50 CC. (ein 50 Gramm-Fläschchen) beigegeben. Obige Berechnungen sind aber absichtlich alle auf 100 CC. Volum bezogen, um sie übersichtlicher zu machen. Es bedarf selbstverständlich nur der Gewichtshalbirung der zu lösenden Zuckersubstanz, um bei Anwendung des 50 Gramm-Fläschchens die oben angegebenen Zahlenverhältnisse als Normen beibehalten zu können. Man löst z. B. behufs Polarisation von Rohzucker $7^1/_2$ Gramm des letztern zu 50 CC. und multiplicirt die gefundenen Drehungsgrade mit 5: das Product sind dann Gewichtsprocente reiner Zucker u. s. f. Meistens wendet man auch bei Rohsaftpolarisationen $^1/_5$ statt $^1/_{10}$ des Saftvolums Bleiessig an; da dem Apparate neben dem 50 Gramm-Glase gewöhnlich ein Bleiessiggläschen von 10 C.C. Capacität beigefügt ist, welchem Verhältnisse entsprechend dann die Seite 340 u. s. w. gegebene Rechnungsregel abzuändern d. h. die Zahl der am Polarimeter gefundenen Drehungsgrade nun um $^1/_5$ statt um $^1/_{10}$ zu vermehren ist.

gelangt von da auf die 3,75 (oder 7,5) Millimeter dicke Quarzplatte *p'*, welche, aus zwei Hälften *g* und *d* (Fig. 92) bestehend, die Polarisa-

Fig. 89.

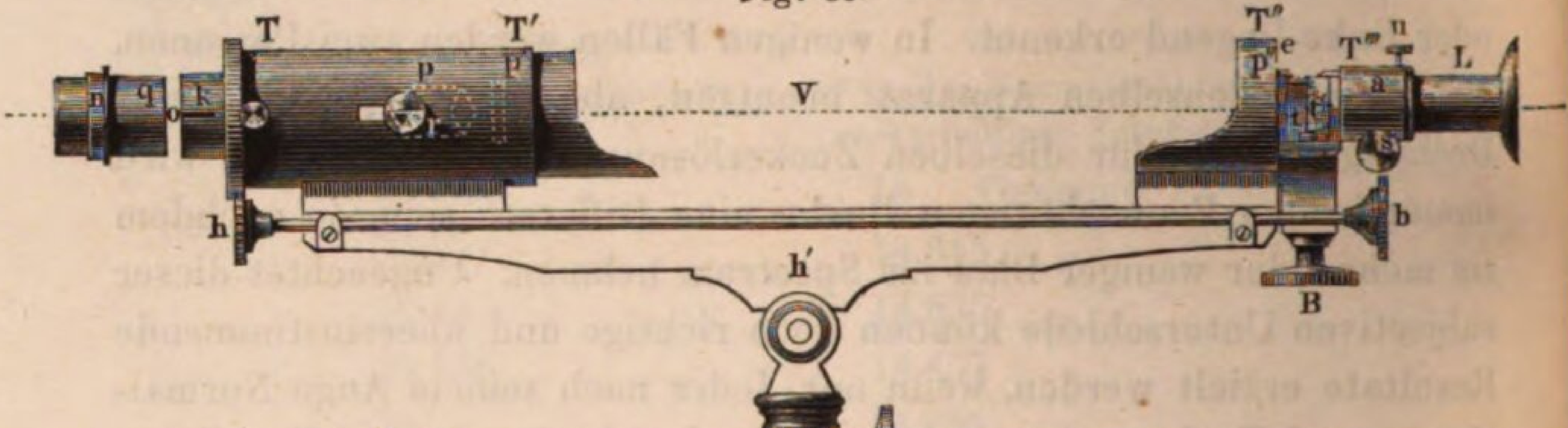
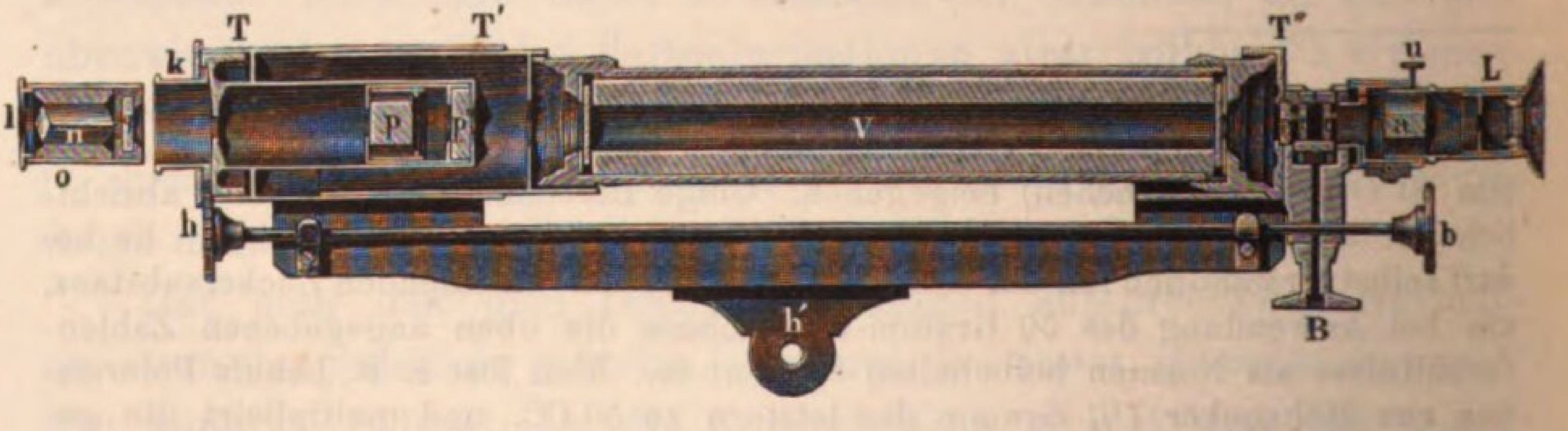


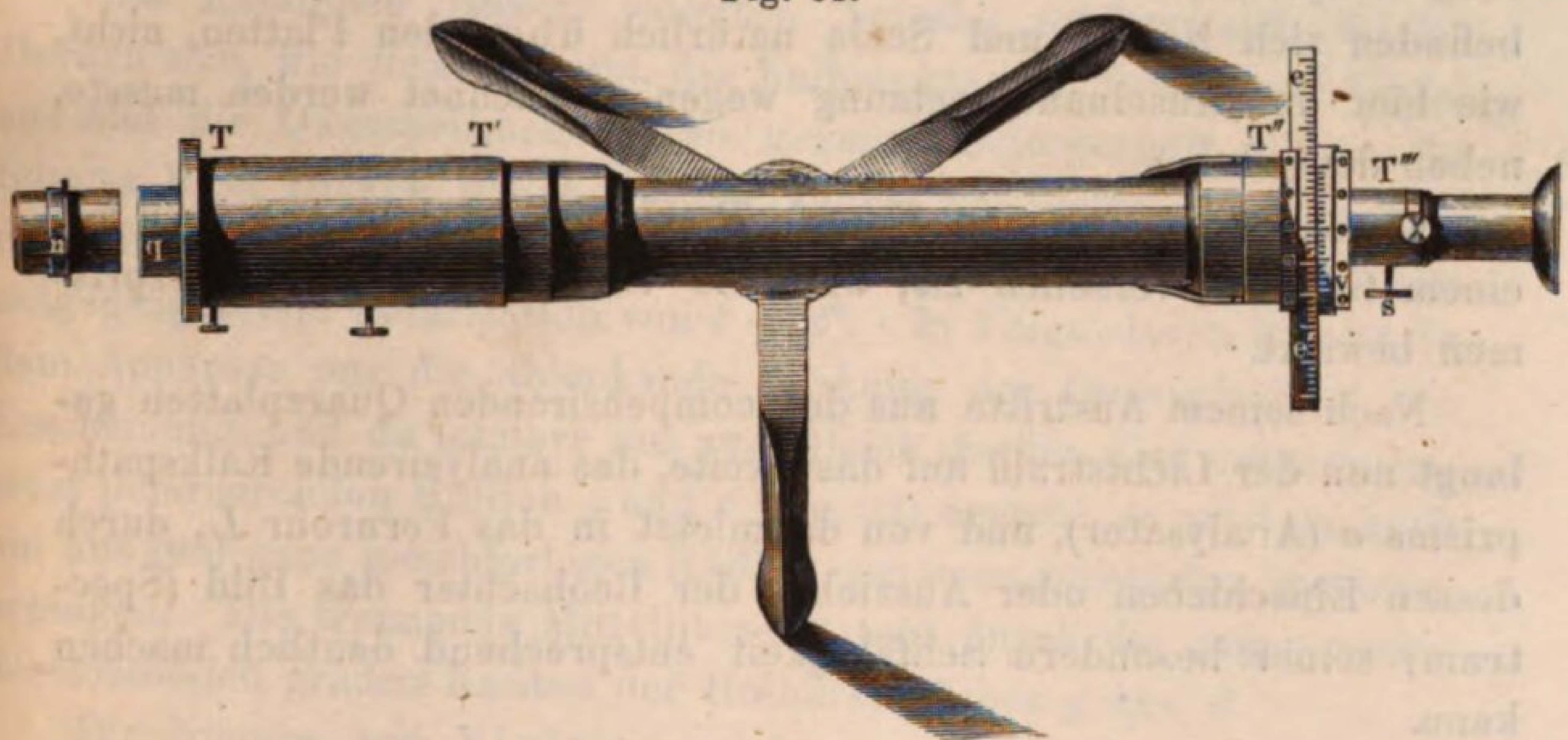
Fig. 90.



tionsebene des Strahls gleich stark nach links (durch *g*) wie nach rechts (durch *d*) dreht. Der so polarisirte Strahl passirt nun das Beobachtungsrohr *V* und trifft weiterhin auf die sogenannte Compensationsvorrichtung. Diese besteht aus einer festsitzenden Quarzplatte *p''* einerseits und zwei keilförmig zugeschnittenen, an einander

beweglichen Quarzplatten tt' andrerseits; p'' kann rechts- oder linksdrehend und von beliebiger Dicke sein, tt'' haben ein unter sich

Fig. 91.

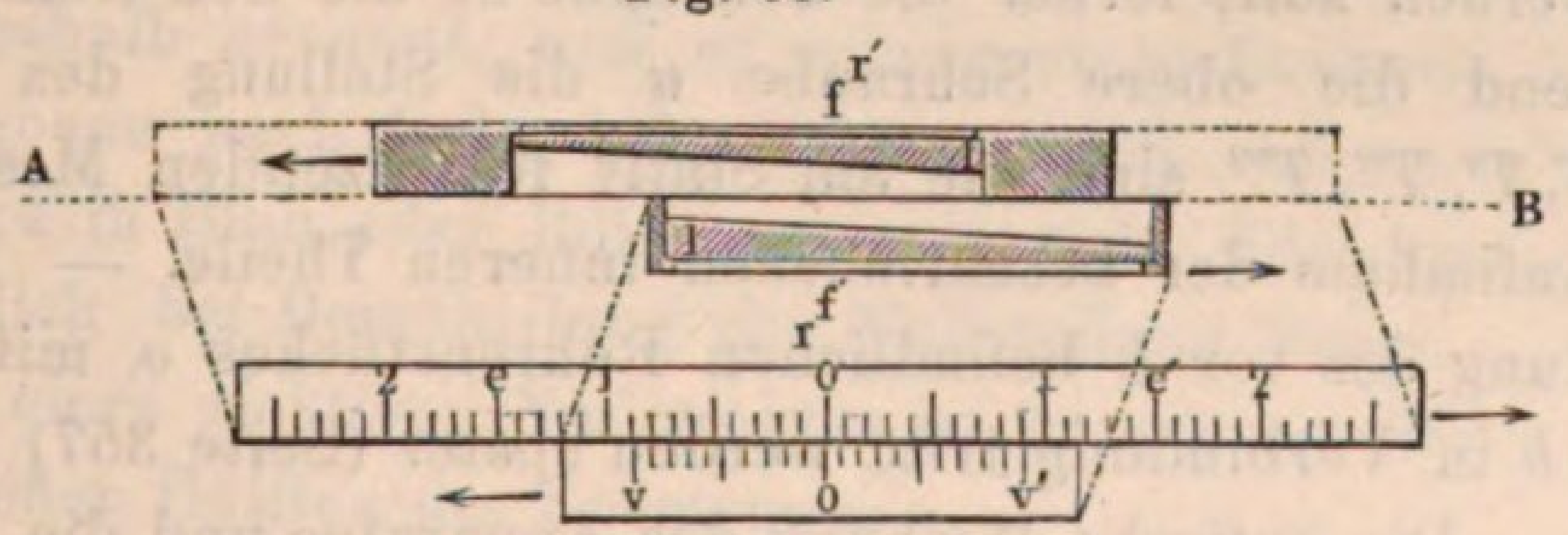


gleiches aber der Wirkung von p'' entgegengesetztes Drehungsvermögen und können je nach ihrer Gegeneinanderstellung zusammengenommen dicker, dünner oder ebenso dick sein wie p''. Fig. 93 zeigt die Compensationsplatten tt' im Querschnitt. Man sieht leicht, dass eine

Fig. 92.



Fig. 93.



Verschiebung derselben, die immer in der Richtung von AB und umgekehrt erfolgt, den Parallelismus der entsprechenden schrägen und graden Flächen durchaus nicht aufhebt, so dass in jeder Stellung die einander gegenüberstehenden Enden der Platten zusammengenommen als eine einzige homogene, d. h. in allen Punkten gleich starke, also optisch gleich wirkende Platte angesehen werden können, deren Dicke davon abhängt, ob die dicken oder dünnen Enden der Quarzkeile sich decken. Die graden Flächen ff' sind rechtwinklig zur Krystallisationsaxe des Quarzes geschliffen, denn nur in dieser bestimmten Richtung bewirkt Quarz Circularpolarisation. Der Betrag der Verschiebung wird gemessen, indem die eine Platte mit einer Scala ee, die andere mit dem an dieser gleitenden Nonius vv so

verbunden ist, dass dem Verschieben der Platten ein ebenso starkes Verschieben von Nonius und Scala, aber in entgegengesetzter Richtung entspricht, wie es die Pfeile Fig. 93 andeuten. (In Wirklichkeit befinden sich Nonius und Scala natürlich über den Platten, nicht, wie hier der Auseinandersetzung wegen gezeichnet werden musste, neben denselben.)

Durch Drehen an dem Knopfe *B* (Fig. 89), dessen Axe oben mit einem Getriebe versehen ist, wird die Verschiebung der Quarzprismen bewirkt.

Nach seinem Austritte aus den compensirenden Quarzplatten gelangt nun der Lichtstrahl auf das zweite, das analysirende Kalkspathprisma *a* (Analysator), und von da zuletzt in das Fernrohr *L*, durch dessen Einschieben oder Ausziehen der Beobachter das Bild (Spectrum) seiner besondern Sehfähigkeit entsprechend deutlich machen kann.

Zur nähern Erläuterung der einzelnen Theile des Instruments möge noch angeführt werden: das Gelenk *h'*, welches erlaubt, den obern Theil des Apparats in jedem beliebigen Winkel schräg gegen den Horizont zu stellen, die Schraube *y*, an welcher das Rohr *r* zurückgeschoben wird, wenn die Beobachtungsröhre *v* herausgenommen werden soll, ferner die Schraube *s*, die den Analysator dreht, während die obere Schraube *u* die Stellung des Fernrohres fixirt. *T*, *T'*, *T''*, *T'''* sind die am Stativ festsitzenden Messingrohrstücke zur Aufnahme der beschriebenen inneren Theile. — Inhalt und Anwendung des vor *k* befindlichen Röhrenstückes *o*, mit dem das Getriebe *hb* in Verbindung tritt, werden später (Seite 357) erklärt.

Die optische Wirkung des Apparates und die Regel seiner Handhabung wird am leichtesten verstanden werden, wenn wir die Hauptoperationen, welche in der Praxis mit ihm vorzunehmen sind, direct beschreiben. Zuerst die Bestimmung seines Nullpunktes, die auch beim Soleil'schen Apparate wie beim Mitscherlich'schen der wirklichen Ingebrauchnahme desselben vorangehen muss.

Man rückt zu dem Zwecke 0 des Nonius auf 0 der Scala, schiebt das Beobachtungsrohr mit Wasser gefüllt ein, stellt die Lampe, deren Flamme zweckmässig von einem zweiten Cylinder mit Seitenrohr wie bei Fig. 97 umgeben ist, an die Oeffnung von *k* und sieht nun durch das Ocular des Fernrohrs *L* in den Apparat. Ist der Nullpunkt richtig eingestellt, so erblickt man eine deutlich violette Scheibe, welche durch eine dunkle senkrechte Mittellinie in zwei Hälften links

und rechts (Fig. 92) von gleicher Grösse und gleicher Färbung getheilt ist.

Das Entstehen dieser violetten Scheibe erklärt sich leicht. Decken sich, wie vorausgesetzt, die Nullpunkte von Nonius und Scala, so sind die Quarzprismen *tt''* so gegeneinandergestellt, dass die Summe ihrer Dicken gleich ist der Dicke der Platte *p''*, dass also die polarisirende Wirkung von *p''* vollständig annullirt wird durch die entgegengesetzte Polarisation von $t + t''$. In Folge davon kommt in dem Apparate nur die ablenkende Wirkung der Quarzplatte *p'* zur Erscheinung, und da letztere aus zwei gleich starken aber entgegengesetzt polarisirenden Hälften *g* und *d* (Fig. 92) besteht, so wird sie auch ein aus zwei ganz gleichfarbigen Hälften zusammengesetztes Spectrum erzeugen. Die trennende Mittellinie entsteht durch die gegen einanderstossenden graden Kanten der Halbkreisflächen *g* und *d*.

Die Nüance von Violett, welche man wahrnimmt, ist nicht immer dieselbe; sie ist nämlich abhängig von der Dicke der Platte *p'* und ihrer Stellung zum Analysator *a*, durch dessen Drehung dem Spectrum jeder beliebige Farbenton gegeben werden kann, wie er dem individuellen Bedürfnisse des Beobachtenden entspricht. Meistens wählt man ein nicht zu tiefes Purpurviolett „*teinte de passage*“ Uebergangsfarbe deshalb genannt, weil es sehr geringe Drehungen der Polarisationsebene nach links oder rechts durch entsprechende Farbenübergänge in Blau oder Roth genau anzeigt. Die Art der Farbe bleibt natürlich bei Beurtheilung der Nullstellung Nebensache, Hauptkriterium eines richtigen Nullpunktes ist immer nur die Farbengleichheit beider Hälften des Spectrums.

Erscheinen die Hälften ungleich gefärbt, die eine mit überwiegendem Blau, die andre mit mehr Roth, so kann diese Differenz nur darin ihren Grund haben, dass die polarisirende Wirkung von *p'* afficirt wird durch eine von *tt''* oder *p''* ausgehende Polarisation. Eine solche muss erfolgen, wenn die Summe der Stärken von *tt''*, der Voraussetzung für die Nullstellung widersprechend, nicht gleich ist der Stärke von *p''*, sondern mehr oder weniger beträgt als diese. Die Gegeneinanderstellung von *tt''* muss in diesem Falle dahin corrigirt werden, dass ihre Summe gleich *p''* wird bei ungeänderter Nullanzeige. Behufs dieser Correction befindet sich vorn ein Stift, dessen Drehung ein mit den Platten *tt''* in Verbindung stehendes Getriebe bewegt, wodurch deren erforderliche Verschiebung leicht bewerkstelligt werden kann.

Durch Hin- und Herschieben des Nonius um gleiche Beträge (1^0 oder 2^0) nach rechts oder links lässt sich indirect die Nullstellung controliren: die dadurch bewirkte Farbendifferenz muss bei der Rechts- und Linksstellung vollkommen gleich sein.

Ein richtiges Urtheil über Farbengleichheit des Spectrums hat man nur, so lange das Auge frisch ist; bei längerer Fixirung ein und desselben Objects lassen sich geringere Farbendifferenzen meistens nicht mehr unterscheiden. Deshalb unterbreche man das Hineinsehen in den Apparat öfter, damit man nicht in die Lage kommt, Spectra, die nach langem scharfen Beobachten eingestellt sind, bei späterer Revision als unrichtig zu erkennen und corrigiren zu müssen.

Wenn man nun das Beobachtungsrohr *V* statt mit Wasser mit Zuckerlösung gefüllt in den Apparat bringt, so erblickt man nicht mehr eine gleichfarbige violette, sondern eine aus zwei ungleichfarbigen Hälften bestehende Scheibe. Die Rechtsdrehung der Zuckerlösung addirt sich nämlich zur Wirkung der rechtsdrehenden Quarzscheibenhälfte *d*, subtrahirt sich dagegen von der Linksdrehung der Hälfte *g*, folglich werden auch beide Hälften, weil sie jetzt eine sehr verschieden starke Ablenkung der Polarisationsebene bewirken, verschiedene Färbung im Spectrum zeigen, für Lösungen geringen Gehaltes z. B. wird *g* blau, *d* roth erscheinen. Die ursprüngliche Farbengleichheit des Nullpunktes lässt sich aber wieder herstellen, wenn man durch Drehen des Knopfes *B* die Quarzplatten tt'' so an einander verschiebt, dass der Zuckerpolarisation eine sie annullirende Quarzpolarisation entgegengestellt wird. Eine 1 Millimeter dicke Quarzplatte bewirkt eine ebenso starke Ablenkung der Polarisationsebene, wie eine 200 Millimeter lange Schicht einer Zuckerlösung, welche in 100 C.C. 16,35 Gramme Zucker enthält. Es bedarf also nur einer Verschiebung der Platten tt'' um so viel, dass die Summe ihrer Dicken 1 Millimeter mehr oder weniger beträgt als die Dicke von p'': so wird die durch eine Lösung obigen Gehaltes bewirkte Ablenkung oder Farbenungleichheit annullirt, und das Spectrum erscheint wieder gleichfarbig.

Den Punkt der Scala, für welchen diese Annullirung stattfindet, *t* gegen t'' also um 1 Millimeter Dicke plus oder minus verschoben ist, bezeichnet man mit 100, und man sagt, das Instrument zeigt richtig an, wenn eine Lösung von 16,35 Grammen reinste Raffinade zu 100 C.C. in dem Apparate ein gleichfarbiges Spectrum erscheinen lässt, sobald der Punkt 0 des

Nonius auf dem Punkte 100 (Theilstrich 1 Fig. 93) der Scala steht.

Obgleich der 100 solcher Grade (= 1 Millimeter Quarz-Verstärkung oder Verdünnung) entsprechende Scalenraum von Theilstrich 0 bis Theilstrich 1 Fig. 93 nicht gross ist, so lässt sich doch mit Hülfe des Nonius 1 Grad ja $^1/_2$ Grad auf der Scala d. h. also eine Verschiebung der Compensationsplatten t und t' um $\frac{1}{100}$ resp. $\frac{1}{200}$ Millimeter Quarzstärke ohne Schwierigkeit fixiren und diese kleinste Scalendifferenz sich andererseits an einer deutlichen Farbendifferenz der Spectrumhälften wiedererkennen. Die optische Empfindlichkeit des Instrumentes ist also eine sehr bedeutende und die daraus sich ergebende quantitative Zuckerbestimmung eine sehr genaue, da man, wie sich aus Nachfolgendem ergiebt, weniger als $\frac{1}{10}$ Proc. (0,08 Proc.) Zucker in der polarisirten Lösung mit der erwähnten kleinsten Verschiebungsdifferenz von $^1/_2$ Grad der Scala taxiren kann.

Zeigen nämlich 100° der Scala (1 Millimeter Quarzdicke) 16,35 Gramme Zucker in 100 C.C. an, so entspricht je 1° $\left(\frac{1}{100}\text{ Millimeter Quarzdicke}\right)\frac{16{,}35}{100} = 0{,}1635$ Grammen Zucker in 100 C.C. Nach diesem Verhältnisse berechnet sich der Zuckergehalt von Lösungen (Säften oder Rohzuckerlösungen) leicht. Zeigt z. B. ein geschiedener Saft (nachdem man ihn, wie bei den Versuchen des Mitscherlich'schen Apparats Seite 345 angegeben, durch Schütteln mit feiner Kohle entfärbt und filtrirt hat) 53 Grad an der Scala, so enthält er in 100° C.C. ($53 \times 0{,}1635$) = 8,6 Gramme Zucker *). Das specifische

*) Um sich die Multiplication der gefundenen Grade mit 0,1635 zu ersparen, benutzt man häufig Tabellen, auf welchen die den Polarisationsgraden entsprechenden Volumprocente, d. h. Gramme Zucker in 100 oder in 1000 C.C. (1 Liter) verzeichnet sind, obige Multiplication also für jede Polarimeteranzeige schon ausgeführt ist. Am Ende dieses Werkes befindet sich auch eine solche (sogenannte Clerget'sche) Tabelle, welcher jedoch die von der unsrigen differirende Annahme zu Grunde liegt, dass 100 Grade Soleil nicht 16,35 Gramme, sondern 16,47 Gramme Zucker in 100 C.C. Flüssigkeit anzeigen, die Multiplicationszahl für je 1 Grad Drehung ist also hier = 0,1647. Demnach fände man den oben polarisirten Saft auf der Tabelle (s. Columne A, Ziffer 53) zu 8,72 statt zu 8,6 Gramme in 100 C.C. Diese Differenz ist zu hoch, um unbeachtet bleiben zu dürfen, und es ergiebt sich daraus die Nothwendigkeit, entweder eine der Drehungsfähigkeit des Apparats genau entsprechende Tabelle (die man sich ja leicht selber berechnen kann) anzuwenden, oder lieber für jede einzelne Zuckerbestimmung die Multiplication besonders vorzunehmen. Die Multiplications-

Gewicht dieses Saftes — vor seiner Entfärbung mit Thierkohle ermittelt durch Wägung im 50-Gramm-Glase (Seite 318) — betrug 1,038, woraus sich 100 C.C. Saft zu 103,8 Gramme Gewicht berechnen, folglich 100 Gramme des Saftes $\frac{100 \times 8,6}{103,8} = \frac{8,6}{1,038} = 8,2$ Gramme oder 8,2 Gewichtsprocente Zucker enthalten.

Hat man rohen Rübensaft zu untersuchen, so verfährt man wie gewöhnlich: setzt $^1/_{10}$ Volum Bleiessig zu (man kann dazu ein für 100 C.C. und 110 C.C. kalibrirtes Fläschchen, Fig. 94, benutzen), filtrirt und polarisirt. Findet man nun den um $^1/_{10}$ verdünnten Saft z. B. zu 71°, so würde der Saft ohne Bleiessig (71 + 7,1) = 78,1° an der Scala gezeigt haben; 100 C.C. desselben enthalten also (78,1 × 0,1635) = 12,76 Gramme Zucker, woraus sich durch Division mit dem durch directe Wägung ermittelten specifischen Gewichte 1,059 des Saftes $\frac{12,76}{1,059} = 12,04$ Gewichtsprocente Zucker als Gehalt des letztern berechnen.

Fig. 94.



Für Rohzuckerbestimmungen löst man das Normalquantum = 16,35 Gramme des Zuckers zu 100 C.C.; die abgelesenen Grade sind dann unmittelbar Procente krystallisirbarer Zucker in der verwendeten Substanz. Polarisirt z. B. die (durch Kohle entfärbte) Lösung eines ersten Productes (16,35 Gramme zu 100 C.C.) 98,5 Grad, so beträgt auch sein Zuckergehalt 98,5 Procent. Bedurfte man zur Klärung einer nach demselben Verhältnisse bereiteten Lösung eines etwas dunklen zweiten Productes eines Zusatzes von 10 C.C. Bleiessig, und polarisirte die so verdünnte, mit Kohle geschüttelte und nachher filtrirte Lösung z. B. 84 Grad, so ist der Gehalt des untersuchten zweiten Products = (84 + 8,4) = 92,4 Proc. an reinem Zucker. Ebenso verfährt man bei Füllmassen. Die Grade des Soleil'schen Polarimeters bedeuten immer dann direct Gewichtsprocente Zucker in

ziffer richtet sich immer genau nach der Gewichtsmenge Zucker, die in 100 C.C. gelöst 100 Grad Soleil dreht. Erwähnte Clerget'sche Tabelle gilt deshalb nur für einen Apparat, in dem 16,47 Gramme Zucker in 100 C.C. genau 100 Grad drehen. Natürlich lässt sich jedes Soleil'sche Polarimeter, bei welchem 16,35 Gramme Zucker in 100 C.C. eine Drehung von 100 Grad bewirken, durch entsprechende Aenderung der Scala in ein Polarimeter, das für 16,47 Gramme Zucker in 100 C.C. 100 Grad (Procent) anzeigt, verwandeln und dadurch für den Gebrauch der nach diesem Verhältnisse normirten Clerget'schen Tabellen unmittelbar tauglich machen.

der zuckerhaltigen Substanz, wenn die polarisirte Lösung auf 100 C.C. 16,35 Gramme (das Normalquantum) der fraglichen Substanz enthält.

Bei Melassen, Dicksäften verwendet man je nach ihrem muthmaasslichen Zuckergehalte und dem Grade ihrer Färbung das Zwei-, Drei-, Vierfache des Normalquantums, also beziehungsweise 32,70 Gramme, 49,05 Gramme, 65,40 Gramme, wobei dann je 1 Grad ihrer Scalenanzeige (nachdem man letztere für den zugesetzten Bleiessig um $^1/_{10}$ erhöht hat) $^1/_2$, $^1/_3$, $^1/_4$ Proc. Zuckergehalt anzeigt. Es kommen hier, natürlich mit abgeänderten Zahlen, ganz dieselben Verhältnisse in Betracht, welche beim Mitscherlich'schen Apparate auf Seite 342 und 343 ausführlich auseinander gesetzt sind. Deshalb braucht es wohl kaum mehr hervorgehoben zu werden, dass man, wie im Mitscherlich'schen Apparate (Seite 343) so auch im Soleil'schen, rohen Rübensaft (oder andere Säfte ähnlicher Concentration), statt den Zuckergehalt desselben erst auf Volum zu bestimmen wie oben Seite 354 angegeben, unmittelbar auf Gewichtsprocente Zucker polarisiren kann, indem man ein Multiplum des Soleil'schen Normalquantums also z. B. das Sechsfache = 16,35 × 6 = 98,1 Gramme des Saftes mit Wasser zu 100 C.C. verdünnt, zur Untersuchung verwendet. Die gefundenen Grade, um $^1/_{10}$ vermehrt (für Bleiessig) und mit 6 dividirt, ergeben dann sofort Gewichtsprocente Zucker im Safte, ohne dass man eine Ermittlung des specifischen Gewichts nöthig hätte. Polarisirt z. B. ein so verdünnter, mit $^1/_{10}$ Bleiessig geklärter Saft 61°, so enthält er $\frac{(61 + 6,1)}{6} = \frac{67,1}{6} = 11,18$ Proc. Zucker. Natürlich kann man auch das drei-, vier-, fünffache Normalquantum Saft zu 100 C.C. verdünnen, in welchen Fällen dann durch Division der Polarimetergrade mit resp. 3, 4, 5 die Gewichtsprocente Zucker des Saftes gefunden werden.

Den Soleil'schen Polarimetern sind oft ausser den 200 Millimeter langen Normalröhren Beobachtungsröhren von 220 Millimeter Länge beigegeben zur Benutzung für Zuckerflüssigkeiten, denen $^1/_{10}$ Volum Bleiessig (oder Salzsäure behuf der Inversion s. w. u.) zugesetzt ist. Dadurch erspart man sich die sonst nöthige Correction wegen der Verdünnung, denn in 220 Millimeter langen Schichten der um $^1/_{10}$ ihres Volums verdünnten Flüssigkeit wird natürlich ebensoviel Zucker enthalten sein, wie in 200 Millimeter langen Schichten ebenderselben aber unverdünnten Flüssigkeit; die Grade der Scala bezeichnen also nun wieder unmittelbar Zuckerprocente.

Man kann auch dadurch die Correction für den Bleiessigzusatz umgehen, dass man das Normalquantum des zu untersuchenden zuckerhaltigen Stoffes um $^1/_{10}$ seines Gewichts vermehrt, also z. B. statt 16,35 Gramme Rohzucker jetzt (16,35 + 1,63) = 17,98 Gramme; bei Dicksaft statt (3 × 16,35) = 49,05 Gramme desselben jetzt (3 × 17,98) = 53,94 Gramme zu 100 C.C. löst.

Statt der oben beschriebenen violetten Färbung des Spectrums benutzt man häufig ein weissgelbes Spectrum als Normalfarbe der Bestimmung. Man erzeugt ein solches durch das Röhrenstück *o*, Fig. 90, welches, noch ein drittes Nicol'sches Prisma *n* (ausser *p* und *a*) sowie eine Quarzplatte *q* enthaltend, so in *k* eingeschoben wird, dass es darin durch das Getriebe *hb* um seine horizontale Axe gedreht werden kann. Die Platte *q* bewirkt Farbenzerlegung (Kreispolarisation) des durch *n* polarisirten Lichts, giebt also dem Beobachter ein Spectrum aller Farben zur Disposition, von denen er sich jede ihm passende mittelst Drehung des Knopfes *b* in dem Apparate fixiren und so die durch *p'* erzeugte violette Färbung des Spectrums durch Einstellen der erforderlichen Complementärfarbe aus *q* zu einem lichten Weissgelb neutralisiren kann. Der Nullpunkt für alle Bestimmungen ist also nun der, wo im Polarimeter ein links und rechts vollkommen gleichfarbiges hellgelbes Spectrum erscheint. Eine eingelegte Zuckerlösung wird, wie früher, Farbenungleichheit beider Hälften des Spectrums erzeugen, aber diese Farbenunterschiede werden jetzt, wo sie statt von Violett von Hellgelb ausgegangen sind, andere sein, wie sonst, nämlich einem frühern Drehungsstadium angehören. So wird ebendieselbe Zuckerlösung, die im Apparate mit violettem Normalspectrum (also ohne *n* und *q*) ein links blaues, rechts rothes Spectrum gab, jetzt mit *n* und *q* ein links grünlich-gelbes, rechts grünlich-blaues Spectrum erzeugen (die Farbendifferenzen können natürlich sehr verschieden sein, je nachdem mehr oder weniger Gelb im Normalspectrum vorherrschend war). Das Maass der durch die Zuckerlösung bewirkten Drehung, d. h. den Zuckergehalt derselben bestimmt man wie früher durch Annullirung der Zuckerpolarisation mittelst einer äquivalenten Quarzpolarisation aus $t + t'$, indem man durch Drehen am Knopfe *B* die Quarzkeile *t t'* so weit an einander verschiebt, bis beide Hälften des Spectrums wieder vollkommen gleichfarbig (hellgelb) erscheinen. Wenn für eine Zuckerlösung, welche in 100 C. C. 16,35 Gramme reinen Zucker enthält, der Nullpunkt des Nonius auf 100 Grad (d. h. Theilstrich 1 Fig. 93 entspre-

chend 1 Millimeter Quarzstärke) der Scala gerückt werden muss, um ein auf beiden Hälften gleichfarbiges Spectrum zu erzeugen, so ist der Apparat als richtig zu betrachten.

Nicht alle Soleil'schen Apparate sind richtig fixirt, häufig bedarf es bei eingelegter Normallösung (und vorher richtig fixirter Nullstellung) einer Verschiebung des Nonius auf 101° bis 101½ der Scala (1,01 bis 1,015 Millimeter Quarzstärke) bis zu vollständiger Farbengleichheit der Hälften des Spectrums. In solchen Fällen ändert man natürlich das Normalquantum der zu lösenden Substanz genau der Abweichung entsprechend ebenso, wie das unter denselben Verhältnissen beim Mitscherlich'schen Apparate geschehen musste (vergl. Seite 347), verwendet z. B. bei 101° Scalenanzeige des Instruments nur ($101 : 100 = 16{,}35 : x$) $x = 16{,}19$ Gramme oder Multipla von 16,19 Grammen auf 100. CC. Lösung. Man darf dann wieder für je 1 Proc. der Scalenanzeige (0,01 Millimeter Quarzdicke) 1 Proc. Zucker oder einen dem genommenen Multiplum im umgekehrten Verhältnisse entsprechenden aliquoten Theil davon in der nach dem Gewichte gelösten zuckerhaltigen Substanz in Rechnung bringen, während andererseits bei Polarisation des Rübensaftes nach dem Volum jetzt für je 1 Proc. Scalenanzeige nicht mehr das Verhältniss $\frac{16{,}35 \text{ Gr.}}{100}$, sondern das Verhältniss $\frac{16{,}19 \text{ Gr.}}{100}$ gilt, also 0,1619 Zucker im Volum anzurechnen ist.

Die Erfahrung hat hinreichend bestätigt, dass bei Anwendung des hellgelben Normalspectrums sehr genaue Bestimmungen möglich sind, da es ohne Schwierigkeit äusserst geringe Farbenunterschiede erkennen lässt. Zur Controle wiederhole man die für Hellgelb gemachte Bestimmung für ein anders gefärbtes, z. B. blaues oder rothes Normalspectrum. Die Verschiebung von tt', welche nun nöthig ist, um nach eingelegter Zuckerlösung ein auf beiden Hälften gleichfarbig blaues oder gleichfarbig rothes Spectrum wieder zu erhalten, muss genau gleich sein der zur Wiedererzeugung des gleichfarbig hellgelben Spectrums früher angewandten Verschiebung. Die Scalenanzeigen, für welche Farbengleichheit stattfindet, müssen gleich sein, welche Art von Farbe man auch als Ausgangspunkt nahm, denn nicht die Art, sondern nur die Gleichheit der Farbe auf beiden Hälften des Spectrums fixirt und misst den Drehungsbetrag. Für Mindergeübte sind diese Controlversuche mit anderen Farben sehr übend.

Die Benutzung des Röhrenstücks *o* mit seinem farbenerzeugen-

den Inhalte ermöglicht ausserdem, Flüssigkeiten, denen durch Bleiessig oder Thierkohle nicht alle Färbung entzogen werden konnte, eine diese abnorme Färbung annullirende Complementfarbe aus q entgegenzustellen, wodurch dann die gestörte Reinheit und Deutlichkeit des Spectrums wieder hergestellt und in eben dem Maasse die Genauigkeit der Beobachtung gesichert wird.

Ein in besonderen Fällen gebräuchliches Controlmittel der Rechtsdrehung einer Zuckerlösung besteht darin, die Linksdrehung derselben zu messen, nachdem man ihren Gehalt an Rohrzucker durch Erwärmen mit Salzsäure in linksdrehenden Zucker (Fruchtzucker) umgewandelt hat. Man wendet diese Methode der Umwandlung (Inversion) vorzüglich dann an, wenn die zu bestimmende Zuckersubstanz neben Rohrzucker andere gleichfalls polarisirende Substanzen enthält. Eine solche ist vorzüglich der Fruchtzucker, der sich häufig im Safte gekeimter Rüben, auch in Folge gewisser chemischer Einflüsse in Melassen, Nachproducten etc. findet, und von dessen Anwesenheit man sich leicht mittelst der Trommer'schen Probe (Erhitzen der Zuckerlösung mit Kupfervitriol und Kalilauge s. u.) überzeugen kann. Da der Fruchtzucker die Polarisationsebene nach links dreht, so wird eine zugleich fruchtzuckerhaltige Lösung von krystallisirbarem Zucker im Polarimeter eine um diese Linksdrehung verminderte Rechtsdrehung geben, ihr Gehalt an krystallisirbarem Zucker wird sich also, der geringeren Drehung entsprechend, niedriger berechnen, als er wirklich ist. Die Rechtspolarisation allein würde demnach kein richtiges Urtheil über den Zuckergehalt solcher Lösungen geben; man verwandelt (invertirt) deshalb auch den in der Flüssigkeit enthaltenen Rohrzucker durch Erwärmen derselben mit einer geringen Menge Schwefelsäure oder Salzsäure in linksdrehenden Zucker und ermittelt nun den Betrag der Linksdrehung der Lösung. Die Differenz zwischen Rechts- und Linksdrehung giebt dann den wirklichen Gehalt an krystallisirbarem Zucker. Man hat Tabellen, auf welchen der solchen Differenzen entsprechende Zuckergehalt der polarisirten Lösung ohne besondere Rechnung unmittelbar zu finden ist, namentlich ist eine für das Drehungsvermögen des Soleil'schen Apparates berechnete Tabelle, die sich auch am Schlusse dieses Werkes befindet, viel in Gebrauch. Nachfolgendes Beispiel der Inversion eines Rübensaftes wird das Verfahren wie den Gebrauch der Tabelle erläutern.

Das dreifache Normalquantum des Soleil'schen Apparats, also 49,05 Gramme Rübensaft wurden mit Wasser zu 100 C.C. verdünnt

und wie gewöhnlich polarisirt. Andere 100 C.C. des nach demselben Verhältnisse verdünnten Saftes wurden in einem Kolben mit 10 C.C. Salzsäure versetzt und zum Behufe rascherer Veränderung des Zuckers in einem Wasserbade erhitzt. Es ist dazu den Instrumenten ein Blechgefäss von hier abgebildeter Form (Fig. 95) beigegeben, in dem der Glaskolben auf Kork, Holz oder dergleichen steht, während die Spirituslampe das Wasser im Blechgefässe erhitzt. Wenn diese Erhitzung 10 bis 15 Minuten lang bei 66 Grad dauert, so kann man annehmen, dass die Umwandlung des Zuckers vollendet ist. Man nimmt

Fig. 95.

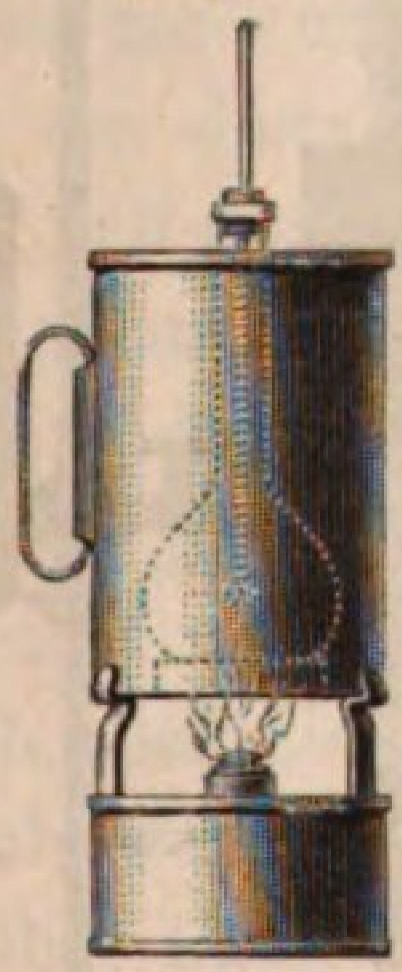
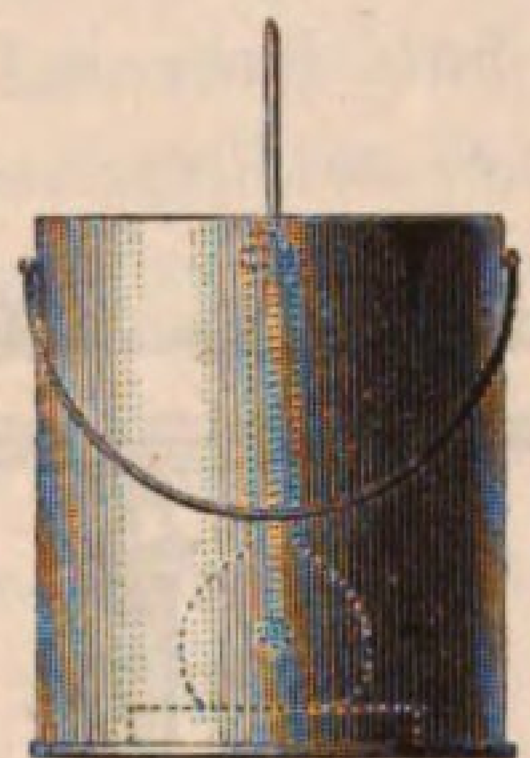


Fig. 96.



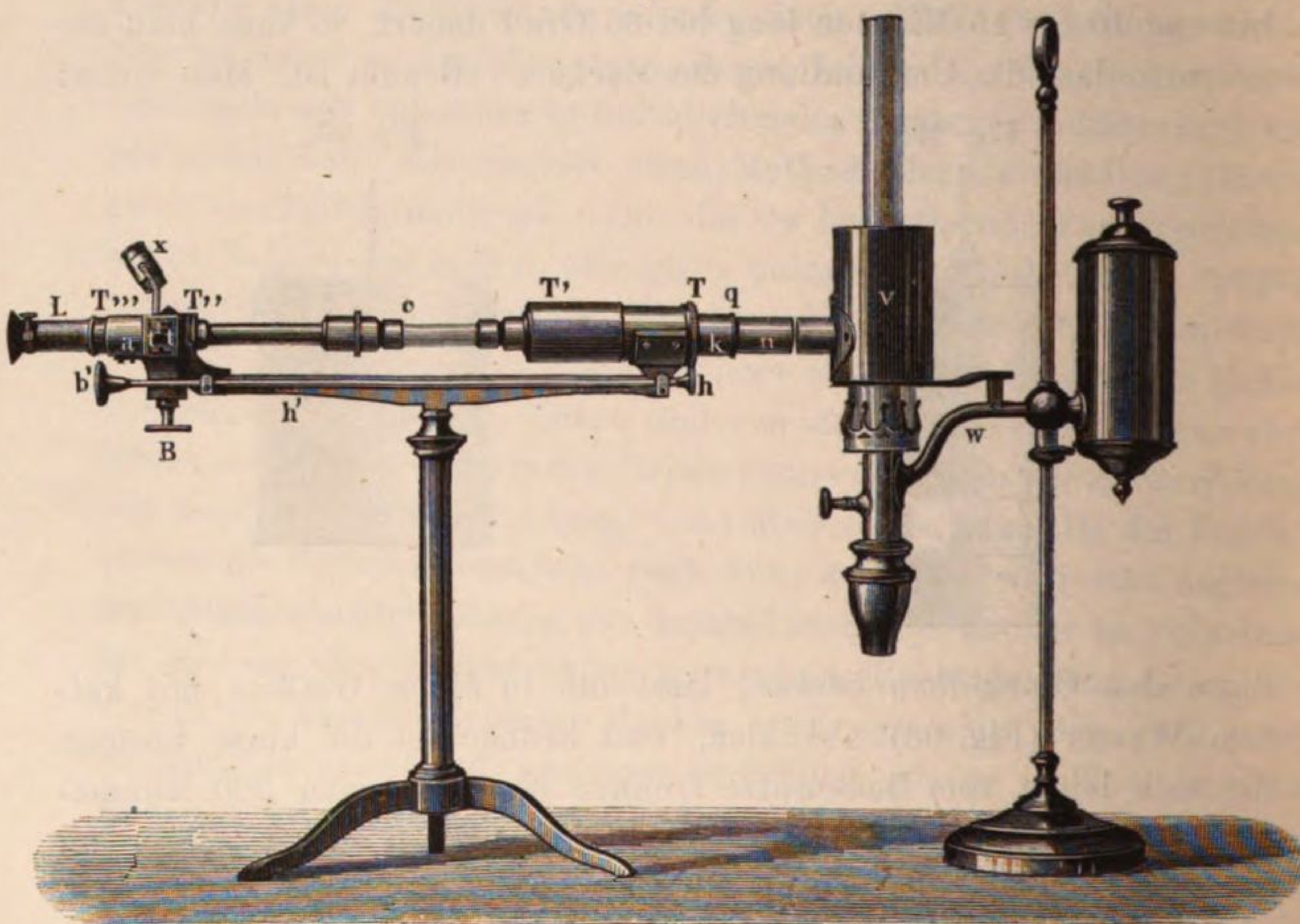
dann den Glaskolben heraus, lässt ihn in einem Gefässe mit kaltem Wasser (Fig. 96) abkühlen, und beobachtet die klare Lösung, die sich leicht vom Bodensatze trennen lässt, in einer 220 Millimeter langen Röhre. — Der Ueberschuss der Länge dieser Röhre (um 10 Proc.) gleicht den Zusatz der Salzsäure aus; oder hatte man sich schon früher derselben bedient, so erhöht man das Resultat um 10 Proc. Da die Temperatur einen grossen Einfluss auf das Drehungsvermögen des Fruchtzuckers ausübt, so ist sie bei dem Versuche, nach Angabe des Thermometers, der in die Beobachtungsröhre gestellt werden kann, genau zu notiren. Die vorher ermittelten Rechtsgrade werden nun zu den nach der Umwandlung beobachteten Linksgraden hinzuaddirt.

Gesetzt, man hätte den Rübensaft vor der Inversion gefunden zu 41,8 Rechtsdrehung und nach der Inversion bei 15 Grad Wärme zu 15,4 Linksdrehung, in Summa also 57,2 Grade, so zeigt die am Schlusse des Werkes folgende Tabelle »zur Analyse zuckerhaltiger Substanzen« in der Rubrik von 15 Grad Wärme die der Zahl 57,2 zunächst kommende Zahl 57,3 und damit correspondirend in Columne A 42 Gewichtsprocente Zucker; oder, da das dreifache Quantum = 49,05

Gramme Rübensaft verwendet waren, 42 : 3 = 14 Proc. Zucker. Ein Grad der Linksdrehung, mit 2,65 multiplicirt, sollte die Grade der Rechtsdrehung geben; hier wäre jedoch (aus dem Seite 355 Anmerkung angeführten Grunde) 2,73 die Multiplicationszahl *).

Das Polarisations-Instrument von Ventzke ist, wie aus beifolgender Abbildung (Fig. 97) zu ersehen, in Form, innerer Einrichtung und

Fig. 97.



*) Die richtige Ausführung einer Inversion und Linkspolarisation erfordert weit mehr Uebung und Genauigkeit, als man gewöhnlich bei der weit einfacheren Rechtspolarisation für ausreichend zu halten pflegt, und es ist um so mehr erforderlich, sich nicht mit einer einmaligen Inversionsbestimmung zu begnügen, sondern die zu untersuchende Zuckersubstanz mehrere Male zu invertiren und das daraus gezogene Mittel erst für ein annähernd richtiges Untersuchungsresultat zu halten, als die specifische Drehkraft, das besondere Rotationsvermögen des Fruchtzuckers, durchaus nicht mit der absoluten Gewissheit quantitativ festgestellt ist, wie das beim Rohrzucker längst geschehen. Während Niemand mehr an der Thatsache zweifelt, dass 1 Gramme reiner Rohrzucker in 100 C.C. die Polarisationsebene im Mitscherlich'schen Apparate um 0,75 Grad nach rechts dreht, gehen die Angaben über die Linksdrehung von 1 Gramme Fruchtzucker in 100 C.C. sehr weit auseinander, sie beträgt nämlich im Mitscherlich'schen Apparate nach Pohl's Untersuchungen 0,438 Grad, nach Michaelis 0,504 Grad, nach Gentele 0,448 Grad, nach Otto 0,393 Grad. Die Erfahrung bestätigt diese Abweichungen, deren Ursache noch nicht genügend erklärt ist, mit dem Factum, dass man bei wiederholten Inversionsbestimmungen ein und

optischer Wirkung wenig verschieden von dem früheren. Es ist eigentlich ein verbessertes Soleil'sches Polarimeter.

Gleiche Bezeichnung bedeutet dieselben Theile wie bei den Abbildungen des Soleil'schen Apparates Fig. 89 bis 91.

Die Hinzufügung eines Thoncylinders *v* an der Lampe *w*, mittelst dessen das Licht concentrirt in den Apparat geführt wird, die Möglichkeit, die Lampe nahe dem Apparate zu stellen, geben hier ein besseres Licht zur Beobachtung, als bei dem französischen Instrumente. Die Beobachtungsröhren von 200 Millimeter Länge sind ganz von Glas, was ganz entschieden besser für die Reinlichkeit ist. Mit etwas feiner um einen Rohrstab gewickelter Leinwand sind dieselben weit rascher und besser gereinigt, als die Messingröhren des Soleil'schen Instrumentes. Ein mit Schwarz ausgefüttertes Futteral hält jeden anderen Lichtstrahl ab.

Ferner ist jedem Instrumente ein Rohr halber Länge (also von 100 Millimeter) mitgegeben, um bei dunkeln oder concentrirten Lösungen doch noch eine sichere Beobachtung zu gestatten. Die Angaben der Scala werden dann nur verdoppelt. Fig. 97 zeigt eine solche Röhre *c* halber Länge eingelegt.

Die Probe für richtige Einstellung des Nullpunktes besteht hier wie beim Soleil'schen Apparate darin, dass beide Hälften des Spectrums gleichfarbig erscheinen müssen, wenn der Nullpunkt des Nonius auf den Nullpunkt der Scala gerückt ist, und dass diese Gleichfarbigkeit für jedes Normalspectrum, welche Farbe man ihm auch durch Drehen von *o* gegeben habe, stattfinden muss. Sollte der Nullpunkt nicht richtig sein, so muss er mittelst eines besonders dazu beigefügten Schlüssels, der auf dem seitlich befindlichen Knopf geschoben wird, berichtigt werden.

Dass das Fernrohr *L* so verlängert oder verkürzt wird, bis das Bild klar und wohlbegränzt erscheint und der Strich, welchen es senkrecht in zwei Hälften theilt, deutlich und klar sichtbar hervortritt, braucht wohl kaum bemerkt zu werden. Die Vorrichtung *x* dient zum genaueren Ablesen auf der Scala.

Ventzke legte seinem Instrumente eine Normallösung zu Grunde, die ein specifisches Gewicht von 1,100 bei einer Temperatur von $17^1/_2$ Grad Celsius oder 14 Grad Réaumur hat. Er legte demnach den hun-

derselben zuckerhaltigen Substanz unter Beobachtung genau desselben Verfahrens doch fast niemals ganz übereinstimmende Drehungsbeträge im Polarimeter bekommt.

dertsten Grad der Theilung dahin, wo die Drehung einer reinen Zuckerlösung von 1,100 specifischem Gewicht aufgehoben wird, oder eine Raffinadelösung von dieser Concentration müsste in diesem Instrumente genau 100 anzeigen, was, wie ich mich vielfach überzeugte, auch wirklich der Fall ist. Auf die Richtigkeit dieser Instrumente ist die anerkennenswertheste Sorgfalt verwendet worden.

Otto giebt die Normallösung zu 26,048 Grm. in 100 C. C. Flüssigkeit oder den Gehalt dieser Lösung an Zucker zu $\left(\frac{26.048}{1,1}\right) = 23,68$ Gewichtsprocenten an. Jeder Grad Drehung würde daher 0,26048 Gramme Zucker in 100 C. C. repräsentiren.

Da es nun aber oft räthlich erscheint, mit geringeren Mengen zu arbeiten, so ziehe ich, namentlich in Rübenzuckerfabriken, deren verschiedene Säfte nicht immer so concentrirt sind, es vor, die Hälfte jener normalen Dichtigkeit zu nehmen, d. h. bei meinen Untersuchungen von einer Halbnormallösung auszugehen, welche mithin in 100 C. C. 13 Gramme*) reinen Zucker enthält und ein specifisches Gewicht von 1,05 hat. Eine solche Halbnormallösung, für welche

*) Das Verhältniss von 13 Grammen (genauer 13,024 Grm.) Zuckersubstanz in 100 C. C. ist das richtige für die Ventzke'sche Normallösung halber Concentration, denn das Polarisationsvermögen einer Zuckerflüssigkeit wächst oder nimmt ab proportional dem Zuckergehalte nicht im Gewichte, sondern im Volum dieser Flüssigkeit. Polarisirt daher die ursprüngliche Ventzke'sche Normallösung mit 26 Grammen (genauer 26,048 Grammen) Zucker in 100 C. C. 100 Grad, so muss eine Lösung, welche nur die Hälfte = 50 Grad polarisiren soll, auch genau die halbe Gewichtsmenge Zucker = 13 Gramme (resp. 13,024 Gramme) in ebendemselben Volum, also in 100 C. C. enthalten. Für jene Lösung bedeutet demnach je 1 Grad Drehung 1 Proc. reinen Zucker, für diese dagegen je 1 Grad Drehung 2 Proc. Zucker in der gelösten Substanz.

Wie sehr man irren würde, wenn man — wie es häufig geschieht — annehmen wollte, dass bei zwei Zuckerlösungen, von denen die eine doppelt so viel Volumprocente Zucker (d. h. Gramme Zucker im Volum, in 100 C. C. Lösung) enthält als die andere, auch das Verhältniss der Gewichtsprocente Zucker (d. h. Gramme Zucker im Gewicht, in 100 Grammen Lösung) = 2 : 1 sein müsste, mag folgende einfache Berechnung des Gewichtsprocentgehalts der genannten beiden Ventzke'schen Lösungen lehren, woraus man ersehen wird, dass die Ventzke'sche Normallösung halber Stärke, während sie genau die Hälfte der Volumprocente der ursprünglichen Normallösung, doch nicht genau halb so viel Gewichtsprocente als letztere enthalten kann, sondern mehr als die Hälfte davon gelöst enthält. Diese Berechnung dürfte um so mehr hier am Platze sein, als so häufig unrichtige Vorstellungen von Volum- und Gewichtsprocentgehalt, zumal beim Gebrauch des Ventzke'schen Instrumentes, herrschen, und als sie zugleich den Beweis giebt, wie leicht man sich in solchen Fällen selber helfen, den Zusammenhang so einfacher Zahlenverhältnisse genau verstehen lernen kann.

Herr Schmidt in Berlin besondere Normalspindeln anfertigt, bewirkt im Ventzke'schen Apparate eine Drehung von 50 Grad, und je

Die Ventzke'sche Normallösung, in 100 C.C. genau 26,048 Gramme Zucker enthaltend, hat das specifische Gewicht 1,10, d. h. 100 C.C. derselben wiegen 110 Gramme. Dem cubischen Inhalte nach bestehen also diese 100 C.C. aus:
(110 — 26,048) = 83,952 C.C. Wasser (da 1 Gramme Wasser 1 C.C. Raum einnimmt), während der übrige an 100 C.C. fehlende Raum
(100 — 83,952) = 16,048 C.C. Zucker sein muss, deren Gewicht = 26,048 Gramme.

Nehmen aber 26,048 Gramme Zucker 16,048 C.C. Raum ein, so müssen halb so viel $= \frac{26,048 \text{ Gramme}}{2} = 13,024$ Gramme Zucker auch halb so viel Raum $= \frac{16,048 \text{ C.C.}}{2} = 8,024$ C.C. einnehmen, folglich in den 100 C.C. der Normallösung halber Stärke dem Raume nach enthalten sein:
(100 — 8,024) = 91,976 C.C. Wasser und
(100 — 91,976) = 8,024 C.C. Zucker, welche 13,024 Gramme wiegen.

Aus diesen einfachen Daten lassen sich nun die Verhältnisse zwischen Volum und Gewicht beider Lösungen folgendermaassen übersichtlich zusammenstellen:

Normallösung:

Cubischer Inhalt des 100 C.C. Glases.: (83,952 C.C. Wasser + 16,048 C.C. Zucker) = 100 C.C.

Gewichtsinhalt des 100 C.C. Glases: (83,952 Gramme Wasser + 26,048 Gr. Zucker) = 110 Gramm.

Normallösung halber Concentration:

Cubischer Inhalt des 100 C.C. Glases: (91,976 C.C. Wasser + 8,024 C.C. Zucker) = 100 C.C.

Gewichtsinhalt des 100 C.C. Glases: (91,976 Gramme Wasser + 13,024 Gr. Zucker) = 105 Gramm.

Während das specifische Gewicht der Normallösung 1,10 beträgt, ergiebt sich aus der letzten Rechnung das specifische Gewicht der Normallösung halber Concentration zu $\frac{105}{100} = 1,05$, und es berechnet sich hieraus unmittelbar:
der Gehalt der Normallösung an Gewichtsprocenten Zucker zu

$$\frac{26,048 \text{ Gramme}}{1,10} = 23,68 \text{ Grammen}$$

der Gehalt der Normallösung halber Stärke an Gewichtsprocenten Zucker zu

$$\frac{13,024 \text{ Gramme}}{1,05} = 12,403 \text{ Grammen.}$$

Demnach hat man:
Volumprocente in der Normallösung 26,048 Gramme Zucker,
Volumprocente in der Normallösung halber Stärke 13,024 „ „
dagegen:
Gewichtsprocente in der Normallösung 23,68 Gramme Zucker,
Gewichtsprocente in der Normallösung halb. Stärke 12,403 „ „

Die Normallösung halber Stärke enthält folglich nicht die Hälfte der Gewichtsprocente der ursprünglichen Normallösung, d. h. also nicht $\frac{23,68}{2} = 11,84$ Gewichtsprocente Zucker, sondern 12,403, also (12,403 — 11,84) = 0,563 Gewichtsprocente Zucker mehr

1 Grad Drehung bedeutet nun 2 Proc. reinen Zuckers in der Zuckersubstanz, von der 13 Gramme in 100 C.C. gelöst wurden.

Während man bei zuckerreicheren Producten, z. B. Rohzuckern, Füllmassen u. s. w. meistens eine nach dem angegebenen Normalverhältnisse bereitete Lösung derselben zur Polarisation benutzt und nach Maassgabe dieses Normalverhältnisses ihren Zuckergehalt berechnet, werden Rübensäfte in der Praxis gewöhnlich direct, d. h. ohne vorher aus ihnen eine Normallösung zu bereiten, zur Untersuchung verwendet, indem man einfach 100 C.C. derselben mit 10 C.C. Bleiessig klärt, filtrirt und das Filtrat polarisirt. Die den gefundenen Polarisationsgraden entsprechenden Procente Zucker im polarisirten Rübensafte findet man dann ohne jede Rechnung und weitere Berücksichtigung des Ventzke'schen Normalverhältnisses unmittelbar aus nebenstehender von Ventzke berechneter Tabelle auf folgende Weise:

als diese Hälfte. Während das Verhältniss der Volumprocente Zucker beider Lösungen = 2 : 1 ist, verhalten sich die Gewichtsprocente Zucker eben derselben Lösungen = 2 : 1,0475 . . .

Aus Alledem folgt endlich: Will man seinen Polarisationen eine Ventzke'sche Normallösung halber Concentration zu Grunde legen und letztere nach dem absoluten Gewichte, d. h. durch Lösung einer bestimmten Gewichtsmenge der Zuckersubstanz in einem bestimmten Wasservolum bereiten (welche Methode als die richtigste immer dann zu befolgen ist, wenn, wie es gewöhnlich geschieht, nur allein der Zuckergehalt bestimmt werden soll), so muss man 13 Gramme (genauer 13,024 Gramme) der zu prüfenden Substanz, oder Multipla dieser Gewichtsmenge in 100 C. C. lösen und für je 1 Grad Drehung 2 Gewichtsprocente (oder den genommenen Multiplis entsprechende aliquote Theile von je 2 Procent) Zucker in der gelösten Substanz anrechnen. Will man dagegen die Ventzke'sche Lösung halber Stärke nach dem specifischen Gewichte bereiten (bei gleichzeitiger Bestimmung des Zucker- und Nichtzuckergehalts siehe im Folgenden), so muss letzteres 1,05 betragen; in keinem Falle aber darf eine Lösung, welche die Hälfte der Gewichtsprocente der ursprünglichen Normallösung, also $\frac{23,68}{2} = 11,84$ Gewichtsprocente Zucker enthält, als Ventzke'sche Normallösung halber Stärke angesehen und bei Benutzung derselben zur Polarisation für je 1 Grad Drehung ein Gehalt von 2 Gewichtsprocenten Zucker in der gelösten Substanz angerechnet werden. Denn der Gewichtsprocentgehalt der richtigen Normallösung halber Stärke beträgt, wie wir oben gesehen, nicht 11,84 sondern 12,403 Gewichtsprocente Zucker. Eine Lösung, welche 11,84 Gewichtsprocente Zucker enthält, hat ein specifisches Gewicht von 1,046, wie sich nach dem oben gegebenen Schema leicht berechnen, annähernd aber auch schon aus der Seite 325 mitgetheilten Tabelle ersehen lässt. Die richtige Halb-Normallösung (von 12,403 Gewichtsprocenten bei 13,024 Volumprocenten Zuckergehalt) aber hat das specifische Gewicht 1,05.

Ein Beispiel mag zeigen, welche unrichtigen Resultate man erhalten würde, wollte man eine Lösung, welche $\frac{23,68}{2} = 11,84$ Gewichtsprocente (d. h. in 100 Grammen 11,84 Gramme) Zuckersubstanz enthält, als Halb-Normallösung zur Po-

Grade	Procente		Grade	Procente		Grade	Procente	
	ohne Bleiessig.	mit Bleiessig.		ohne Bleiessig.	mit Bleiessig.		ohne Bleiessig.	mit Bleiessig.
1	0,26	0,29	38	9,55	10,51	75	18,19	20,04
2	0,53	0,58	39	9,77	10,75	76	18,40	20,24
3	0,79	0,87	40	10,03	11,03	77	18,65	20,52
4	1,05	1,16	41	10,25	11,28	78	18,85	20,74
5	1,29	1,42	42	10,50	11,55	79	19,10	21,01
6	1,55	1,71	43	10,75	11,83	80	19,34	21,24
7	1,82	2,00	44	10,98	12,08	81	19,55	21,54
8	2.08	2,29	45	11,22	12,34	82	19,79	21,77
9	2,32	2,55	46	11,46	12,61	83	20,00	22,00
10	2,58	2,84	47	11,71	12,88	84	20,24	22,26
11	2,84	3,12	48	11,93	13,12	85	20,43	22,47
12	3,10	3,41	49	12,17	13,39	86	20,67	22,74
13	3,35	3,69	50	12,40	13,64	87	20,88	22,97
14	3,60	3,96	51	12,65	13,92	88	21,12	23,23
15	3,85	4,24	52	12,88	14,17	89	21,31	23,44
16	4,10	4,51	53	13,12	14,43	90	21,55	23,71
17	4,35	4,79	54	13,33	14,66	91	21,79	23,97
18	4,60	5,06	55	13,57	14,93	92	22,00	24,20
19	4,85	5,34	56	13,78	15,16	93	22,17	24,39
20	5,10	5,61	57	14,02	15,42	94	22,43	24,67
21	5,35	5,89	58	14,27	15,70	95	22,66	24,93
22	5,60	6,16	59	14,41	15,85	96	22,87	25,16
23	6,85	6,44	60	14,75	16,23	97	23,10	15,41
24	6,10	6,71	61	14,95	16,45	98	23,27	23,60
25	6,35	6,99	62	15,20	16,72	99	23,52	25,87
26	6,60	7,26	63	15,43	16,97	100	23,68	26,05
27	6,85	7,54	64	15,67	17,24			
28	7,10	7,81	65	15,90	17,49	0,1	0,02	0,03
29	7,32	8,05	66	16,15	17,77	0,2	0,05	0,06
30	7,58	8,34	67	16,35	17,99	0,3	0,07	0,08
31	7,82	8,60	68	16,60	18,26	0,4	0,10	0,11
32	8,08	8,89	69	16,81	18,49	0,5	0,13	0,14
33	8,30	9,13	70	17,05	18,76	0,6	0,15	0,17
34	8,55	9,41	71	17,30	19,03	0,7	0,18	0,20
35	8,80	9,68	72	17,50	19,25	0,8	0,21	0,23
36	9,05	9,96	73	17,74	19,51	0,9	0,24	0,26
37	9,30	10,23	74	17,95	19,75			

Hätte man z. B. 43,6 Grade an der Scala des Polarimeters abgelesen, so sucht man erst die Zahl 43 in der Grad-Columne, dieser correspondirt rechts in der »mit Bleiessig« bezeichneten Reihe 11,83 Proc. Zucker, die 0,6 Grade geben nach der unten beigefügten Abtheilung 0,17 Proc., welche zu 11,83 Proc. addirt = (11,83 + 0,17) = 12 Proc. als Zuckergehalt des 43,6 Grad polarisirenden Rübensaftes ergeben.

Diese hier eben beschriebene höchst einfache Methode, wo man ohne Waage oder dergleichen direct das gewünschte Resultat rasch und genügend genau erfährt, ist in der Praxis ganz allgemein der Kürze wegen eingeführt. Wäre eine ähnliche Flüssigkeit ohne Zusatz von Bleiessig untersucht worden, so würde der Zuckergehalt in den Columnen »ohne Bleiessig« ebenfalls rasch zu finden sein.

Man kann auch den Zuckergehalt eines Rübensaftes, der unmittelbar mit Bleiessig behandelt und dessen Drehungsvermögen dann ermittelt ist, ohne Anwendung der Tabelle durch Berechnung finden, indem man die beobachteten Grade der Drehung um $^1/_{10}$ vermehrt mit 0,26 multiplicirt. Der hierbei benutzte Coëfficient 0,26 ergiebt sich einfach aus dem Ventzke'schen Normalverhältnisse: wenn 100 Grad Drehung 26 Proc. Zucker in 100 C.C. der polarisirten Flüssigkeit anzeigen, so bedeutet je 1 Grad Drehung $\frac{26}{100} = 0{,}26$ Proc. Zucker in 100 C.C. Im obigen Falle z. B., wo 43,6 Grade gefunden waren, würden sich $(43{,}6 + 4{,}36) = 47{,}96 \times 0{,}26 = 12{,}47$ Gramme Zucker

larisation benutzen und dann für je 1 Grad Drehung 2 Proc. reinen Zucker in der gelösten Substanz anrechnen. Eine Lösung mit 11,84 Gewichtsprocenten reinen Zuckers enthält nämlich 11,84 × 1,046 specifisches Gewicht = 12,38 Volumprocente (d. h. in 100 C.C. 12,38 Gramme) reinen Zucker, bewirkt daher im Ventzke'schen Apparate eine Drehung von $(13 : 50 = 12{,}38 : x)$ $x = 47{,}61$ Graden. Je 1 Grad Drehung zeigt folglich nun nicht mehr 2 Gewichtsprocente Zucker, sondern $\frac{100}{47{,}61}$ = circa $2^1/_{10}$ Gewichtsprocent Zucker in der gelösten Substanz an. Polarisirt also z. B. eine Rohzuckerlösung, bereitet nach dem unrichtigen Verhältnisse von 11,84 Gewichtsprocenten (d. h. 11,84 Grammen Rohzucker in 100 Grammen Lösung), 45 Grad Ventzke, und man bringt nun entsprechend der richtigen Ventzke'schen Halb-Normallösung für je 1 Grad Drehung 2 Proc. reinen Zucker in Rechnung, so findet man den Rohzucker zu (45 × 2) = 90 Proc. Zuckergehalt, während er in Wirklichkeit $(45 \times 2^1/_{10})$ = 94,5 Proc, reinen Zucker enthält. So bedeutend sind die Fehler, die aus anscheinend kleinen Differenzen in dem Gehalte der Normallösung erwachsen, Fehler, die man immer dann vermeiden wird, wenn man Normallösung und Procentberechnung nach dem Fundamentalgesetze einrichtet, von dem wir oben ausgingen: das Polarisationsvermögen einer Flüssigkeit wächst oder nimmt ab proportional ihrem Zuckergehalte im Volum.

in 100 C. C. berechnen. Diese Volumenangabe, dividirt durch das specifische Gewicht, würde den procentischen Zuckergehalt ergeben mit $\left(\frac{12,47}{1,508}\right) = 11,9$ Proc. Zucker.

Die Benutzung obiger Tabelle*) überhebt solcher Rechnungen. Ausserdem aber wird empfohlen, den Rübensaft abzuwägen und 26 Gramme oder besser (3.26 =) 78 Gramme in dem Kolben (Fig. 94) auf 100 C.C. zu verdünnen, dann $^1/_{10}$ des Volumens Bleiessig hinzuzufügen und das Filtrat der Beobachtung auszusetzen, die bei einer so verdünnten Lösung allerdings noch klarer ausfällt. Die an der Scala beobachteten Grade, um $^1/_{10}$ vermehrt, geben entweder direct (bei Anwendung von 26 Gramme Saft in 100 C.C.), oder nach Division mit 3 (bei Anwendung von 3 × 26 Gramme in 100 C.C.) den Zuckergehalt

*) Die Procentzahlen dieser Tabelle bedeuten direct Gewichtsprocente Zucker in der polarisirten Flüssigkeit, jedoch unter der Voraussetzung, dass letztere dasjenige specifische Gewicht hat, welches sie haben würde, wenn sie eine reine Zuckerlösung wäre. Man berechnete diese Zahlen, indem man die bezüglichen Volumprocente durch die den betreffenden reinen Zuckerlösungen zukommenden specifischen Gewichte dividirte: als Quotienten resultirten die Gewichtsprocente der Tabelle. Rübensäfte haben nun aber, wie wir wissen, in Folge ihres Nichtzuckergehalts höhere specifische Gewichte, als denselben aus ihrem blossen Zuckergehalte zukäme. Bei mässigem Nichtzuckergehalt ist allerdings diese Differenz, dieses Plus im specifischen Gewichte nur unbedeutend, so dass man bei Division der Volumprocente durch das wirklich ermittelte specifische Gewicht eben dieselbe (oder doch eine nur um $^1/_{10}$ Proc. differirende) Zahl als Gewichtsprocentgehalt des Saftes bekommt, welche die Tabelle angiebt. Für solche Säfte also, überhaupt bei Bestimmungen, bei denen es nicht auf völlige Genauigkeit ankommt, mögen die Angaben der Tabelle genügen. Anders bei Säften mit bedeutendem Nichtzuckergehalte, bei denen das wirkliche specifische Gewicht mit dem aus dem Zuckergehalte allein sich berechnenden stark differirt. Bei solchen berechnet sich unter Berücksichtigung des factischen specifischen Gewichts der Zuckergehalt leicht um $^1/_4$ bis $^1/_3$ Proc. geringer, als ihn die Tabelle ergiebt. Ein vergleichendes Beispiel mag genügen. Ein mit $^1/_{10}$ Vol. Bleiessig geklärter Rübensaft polarisirte 50 Grad Ventzke, hätte also nach der Tabelle 13,64 Gewichtsprocente enthalten müssen; die Rechnung ergab aber als wirklichen Gehalt nur 13,38 Gewichtsprocente, nämlich: $(50 + 5) \times 0,26 = 14,30$ Volumprocente gaben, dividirt mit dem durch Wägung im 100 C.C. Glase ermittelten specifischen Gewichte 1,068 (circa $16^1/_2$ Grad Balling) $\frac{14,30}{1,068} = 13,38$ Gewichtsprocente Zucker, also $(13,64 - 13,38) = 0,26$ oder etwas über $^1/_4$ Procent weniger, als die Tabelle anzeigt. In vielen Fällen der Praxis wird es von Wichtigkeit sein, solche immerhin nicht unbeträchtliche Differenzen zwischen dem wirklichen und dem durch Polarisation gefundenen Zuckergehalte zu vermeiden, für diese Fälle möchte sich demnach das letztere Verfahren der jedesmaligen Procentberechnung als das richtigere gegenüber dem zwar bequemeren aber weniger genauen Ablesen der Procente auf der Tabelle empfehlen.

des Saftes. Bei einer Beobachtung von 33 Graden, die um $^1/_{10}$ oder um 3,3 Grade vermehrt = 36 Graden entsprächen, wäre der Zuckergehalt 36 : 3 = 12 Proc. in 100 Gewichtstheilen Saft.

Bei der Untersuchung von Rohzucker, Füllmassen, Syrupen und Melassen auf ihren Gehalt an Zucker kann man ebenfalls 26 Gramme in 100 C.C. lösen, solche mit Bleiessig klären, filtriren, nöthigenfalls noch durch Kohle entfärben und dann der Polarisation aussetzen. Das Resultat ergiebt den gesuchten Zuckergehalt entweder direct, nachdem es um $^1/_{10}$ vermehrt wurde, oder nachdem es mit 2 oder 3 dividirt war, je nachdem man (2.26 =) 54 oder (3.26 =) 78 Gramme in 100 C.C. löst.

Dass die alkalischen Säfte der Fabrikation vor ihrer Untersuchung erst mittelst Essig oder besser Phosphorsäure nur eben neutralisirt werden müssen, ist wohl hinlänglich bekannt, da die Alkalien des Saftes das Drehungsvermögen der Lösung vermindern*).

Die bis hierher angeführten Untersuchungen sind mehr oder weniger identisch mit dem im Früheren Besprochenen. Das Ventzke'sche Polarisationsverfahren bietet jedoch noch einen wesentlichen Vorzug für den praktischen Rübenzuckerfabrikanten darin, dass es nicht nur die Menge des Zuckers, sondern auch die des Nichtzuckers in der zu untersuchenden Substanz bestimmt, also neben dem absoluten Zuckergehalt zugleich den relativen, d. h. das Verhältniss zwischen Zucker und Nichtzucker in 100 Theilen fester Substanz, kurz: den Zuckerquotienten ermittelt.

Wenn man eine reine Raffinadelösung von 1,100 specif. Gewicht der Untersuchung aussetzt, so zeigt die Scala 100, oder der Zucker enthält 100 Proc. Wenn eine unreine Lösung von 1,100 specif. Gewichtes untersucht wird, so wird das Instrument nur den Zuckergehalt z. B. 70 Proc. in 100 Theilen fester Substanz anzeigen, das Fehlende an 100 oder (100 — 70 =) 30 Proc. ist daher die Zahl für die Menge der anderen festen Substanzen ausser Zucker. Da nun von der Menge dieser Stoffe die Bildung der Melasse, also auch die Ausbeute an Krystallzucker abhängt, so ist es sehr wichtig, ihren ungefähren Betrag zu erfahren, und die von Ventzke vorgeschlagene Methode dazu ist höchst einfach. Von mehreren Seiten ist vorgeschla-

*) Nach H. Bodenhender vernichtet ein

Gewichtstheil	Kalk . . .	den Polarisationseffect	von	1,12	Gewichtstheile	Zucker.
"	Baryt . . .	"	"	0,426	"	"
"	Strontian .	"	"	0,597	"	"

gen worden, die Spindeln nicht zu gebrauchen, sondern Zucker etc. abzuwiegen und auf 100 C.C. zu verdünnen. Für Untersuchungen von Zucker ohne jeden Wassergehalt wäre allerdings diese Methode die einfachste; man brauchte nur, wie früher, den Zuckergehalt zu bestimmen, und wüsste dann unmittelbar: das an 100 Proc. Fehlende sind feste Nichtzuckersubstanzen. Ein getrockneter, ganz wasserfreier Rohzucker z. B., dessen durch Polarisation ermittelter Zuckergehalt 98,2 Proc. beträgt, muss natürlich (100 — 98,2) = 1,8 Proc. Nichtzucker enthalten. Anders stellt sich die Rechnung bei wasserhaltigen Zuckersubstanzen. Was nach Ermittelung des Zuckers an 100 Proc. fehlt, kommt hier auf Rechnung von Nichtzucker + Wasser. Man wüsste z. B. von einem Rohzucker mit 94,5 Proc. Zuckergehalt nicht: wie viel von den fehlenden (100 — 94,5) = 5,5 Proc. sind fester Nichtzucker, wie viel Wasser? Man weiss zwar, dass der Wassergehalt des Rohzuckers unter normalen Verhältnissen die Grenzen $1\frac{1}{2}$ bis 3 Proc. nicht zu überschreiten pflegt, erhält deshalb in der nach Abzug einer Mittelzahl für Wasser übrigbleibenden Procentzahl indirect eine ungefähre Bestimmung des Nichtzuckergehaltes; aber eine richtige Beantwortung obiger Frage: einen genaueren Begriff von dem Verhältnisse zwischen Wasser und Nichtzucker giebt doch nur die Aräometerwägung einer in bestimmten Verhältnissen bereiteten Lösung des Rohzuckers, also die directe Bestimmung des Nichtzuckers. Ist nun letztere schon unentbehrlich zur Werthermittelung des schwach wasserhaltigen Rohzuckers, wie viel mehr wird sie erforderlich sein bei den übrigen Producten der Rübenzuckerfabrikation, bei Syrupen, Melassen, Säften, deren Wasser- und Nichtzuckergehalt ungleich grösser ist, innerhalb ungleich weiterer Gränzen variirt! Wenn nun auch eine Aräometerwägung insofern nicht ganz genau ist, als 1 Procent Nichtzucker das Aräometer stärker afficirt, als 1 Proc. Zucker, z. B. statt 1 Grad $1\frac{1}{4}$ Grad Spindelanzeige bewirkt, und so der wirkliche Nichtzuckergehalt immer in einem gewissen Verhältnisse (von 10 zu 8 bei Säften) kleiner ist, als man ihn an der Skala des Aräometers abliest: so kann sie doch als ausreichend betrachtet werden für alle die Fälle der Praxis (und sie allein kommen hier in Betracht), bei denen es nicht auf absolut genaue Analysen der Producte, sondern nur auf relativ genaue Bestimmungen derselben, auf Werthvergleich ähnlicher Producte ankommt. Dieser besteht eben, wie wir schon früher erwähnten, darin, dass man das Verhältniss zwischen Zucker und Nichtzucker (den Zuckerquotienten) des einen Productes mit dem-

selben Verhältnisse des andern vergleicht, und ein solcher Vergleich muss, ungeachtet bei beiden Producten der Nichtzuckergehalt in Wirklichkeit weniger betägt, als ihn das Aräometer ankündigte, doch richtig ausfallen, weil in beiden Fällen eine gleiche oder doch beinahe gleiche Differenz zwischen wirklichem und scheinbarem Nichtzuckergehalte stattfindet, letzterer also bei beiden Substanzen um den fast gleichen Betrag zu hoch angerechnet wurde. Denn die Nichtzuckerbestandtheile gleichartiger Zuckersubstanzen differiren zwar qualitativ, wie wir gesehen haben, aber doch nicht in dem Grade, dass es unmöglich wäre, ein für alle Fälle gültiges Durchschnittsverhältniss zwischen ihrem wirklichen und ihrem scheinbaren Betrage (Aräometerprocenten) festzustellen. Zahlreiche vergleichende Bestimmungen des wirklichen Substanzgehaltes (der Trockensubstanz) gegenüber dem scheinbaren Gehalte laut Aräometer beweisen, dass ein solches Verhältniss beim Werthvergleiche ähnlicher Körper, z. B. Rohzucker mit Rohzucker, Saft mit Saft u. s. w. wohl angenommen werden darf.

Das Ventzke'sche Verfahren ermöglicht nun, indem es die zu polarisirenden Flüssigkeiten vorher immer auf ein und dasselbe Aräometergewicht bringt, also Spindelprocente und Polarisationsprocente gleichzeitig ermittelt, diesen Werthvergleich auf rationelle und zugleich auf die für die Bedürfnisse der grossen Praxis einfachste und schnellste Weise.

Nur möchte ich empfehlen, sich bei den aräometrischen Abwägungen der Spindel für geringere Dichte vielleicht von 1,05 specif. Gewicht als Norm zu bedienen, die ungefähr 12 Proc. Bx., genauer 12,403 Proc. oder nahezu 7 Grad Bé. anzeigt, sich also für sämmtliche Säfte der Fabrikation direct eignet. Sie müssen höchstens mit mehr oder weniger Wasser verdünnt werden *). Das Verdünnen mit Wasser ist

*) Man erreicht den oben bezeichneten Zweck des Ventzke'schen Verfahrens: gleichzeitige Bestimmung des absoluten und relativen Zuckergehalts (des Zuckerquotienten) ebenso richtig und hinsichtlich der praktischen Ausführung leichter, wenn man den zu prüfenden zuckerhaltigen Körper, statt ihn erst jedesmal durch Verdünnen beziehungsweise Eindampfen auf das normale specifische Gewicht 1,10 zu bringen, entweder in einem bestimmten Multiplum Wasser löst (bei Rohzucker, Syrup und dergl.) und diese Lösung einfach mit dem Balling'schen Aräometer prüft, oder indem man eine solche Aräometerprüfung gleich unmittelbar mit dem unverdünnten Körper vornimmt, wenn letzterer Saft ist. Man erhält durch die Aräometerangabe entweder direct oder durch einfache Multiplication derselben den Gehalt des Körpers an fester Substanz. Die Differenz zwischen diesem und den Polarisationsprocenten einer nach Ventzke'schem Normalverhältnisse — 26 Gramme oder ein Theil oder Vielfaches von 26 Gramme

aber unendlich viel leichter, als das Eindicken der Säfte (namentlich der rohen) auf 23,7 Proc. Bx. = 13 Grad Bé. Die Säfte werden zu diesem

zu 100 C.C. — bereiteten Lösung des Zuckerkörpers ergiebt dann den Nichtzuckergehalt des letztern, während sein Zuckerquotient als Antwort auf die Frage: wie viel Zuckerprocente in 100 Theilen fester Substanz? aus den ersten beiden Daten mittelst einfacher bekannter Rechnung gefunden wird.

1. Man wollte z. B. den Zuckergehalt und Zuckerquotienten eines Rohzuckers wissen. Man löste 1 Gewichtstheil desselben in 7 Gewichtstheilen Wasser, prüfte die Lösung mit dem Balling'schen Aräometer und fand sie bei 14 Grad R. zu $12\frac{1}{4}$ Proc. Balling. Enthielt diese achtfache Verdünnung des Rohzuckers $12\frac{1}{4}$ Proc. fester Substanz, so musste der Rohzucker selber das 8-fache, also $(12\frac{1}{4} \times 8) = 98$ Proc. fester Substanz in 100 Gewichtstheilen enthalten. Es wurde nun eine vom Rohzucker bereitete Ventzke'sche Normallösung halber Stärke — alzo 13 Gramme in 100 C.C. — polarisirt (nach Entfärbung mit Knochenkohlenpulver) und zu 46,5 Grad im Polarimeter gefunden. Folglich $(46{,}5 \times 2) = 93$ Proc. reiner Zucker im Rohzucker, Nichtzuckergehalt daher $(98 - 93) = 5$ Proc. und ganze Zusammensetzung des Rohzuckers:

$$\begin{array}{rl} & 93 \text{ Proc. reiner Zucker} \\ & 5 \text{ „ Nichtzucker} \\ (100 - 98) = & 2 \text{ „ Wasser} \\ \hline & 100 \text{ Proc. Rohzucker, dessen Zuckerquotient} \end{array}$$

$$= \frac{93 \times 100}{98} = 94{,}89.$$

2. Eine auf absoluten Zuckergehalt und Zuckerquotienten zu prüfende Füllmasse wurde im 3fachen ihres Gewichts Wasser gelöst und diese Lösung bei 14 Grad R. zu $22\frac{1}{4}$ Proc. Balling gefunden. Folglich $(22\frac{1}{4} \times 4) = 89$ Proc. feste Substanz in der Füllmasse. 13 Gramme letzterer zu 100 C. C. gelöst, die Lösung durch Schütteln mit Knochenkohlenpulver entfärbt, polarisirten $40\frac{1}{2}$ Grad Ventzke. Folglich $(40\frac{1}{2} \times 2) = 81$ Proc. reiner Zucker in der Füllmasse, Nichtzuckergehalt derselben $(89 - 81) = 8$ Proc. und ganze Zusammensetzung:

$$\begin{array}{rl} & 81 \text{ Proc. Zucker} \\ & 8 \text{ „ Nichtzucker} \\ (100 - 89) = & 11 \text{ „ Wasser} \\ \hline & 100 \text{ Proc. Füllmasse, deren Zuckerquotient} \end{array}$$

$$= \frac{81 \times 100}{89} = 91{,}01.$$

3. Ein Rübensaft wog $14\frac{1}{2}$ Grad Balling, enthielt also in 100 Gewichtstheilen $14\frac{1}{2}$ Gewichtstheile fester Substanz. $(3 \times 26) = 78$ Gramme desselben mit Wasser zu 100 C.C. gemischt, mit 10 C.C. Bleiessig geklärt und filtrirt polarisirten im Ventzke'schen Apparate $33\frac{3}{4}$ Grad. Diese Grade, um $\frac{1}{10}$ vermehrt $= (33{,}75 + 3.37) = 37{,}12$ Grad gaben mit 3 dividirt (wegen des dreifachen Normalquantums) den Gehalt des Saftes an reinem Zucker zu $\frac{37{,}12}{3} = 12{,}37$ Proc. Folglich Nichtzuckergehalt des Saftes $= (14{,}5 - 12{,}37) = 1{,}13$ Proc., und ganze Zusammensetzung:

$$\begin{array}{rl} & 12{,}37 \text{ Proc. Zucker} \\ & 1{,}13 \text{ „ Nichtzucker} \\ (100 - 14\frac{1}{2}) = & 85{,}5 \text{ „ Wasser} \\ \hline & 100{,}0 \text{ Proc. Saft mit einem Zuckerquotienten von:} \end{array}$$

$$\frac{12{,}37 \times 100}{14{,}5} = 85{,}31.$$

Behufe in einem möglichst gerade gestellten Cylinder soweit verdünnt, dass die mit 1,100 respective mit 1,05 bezeichnete Stelle der Aräometerspindel bei der Normaltemperatur gerade mit dem Niveau der Flüssigkeit

Es bedarf wohl nur der Bezugnahme auf Frühergesagtes, um die hier angegebenen Prüfungsmethoden dahin zu verstehen, dass die Aräometerwägung nur den scheinbaren Substanzgehalt, die Combination der aräometrischen mit der polarimetrischen Bestimmung also auch nur den scheinbaren Zuckerquotienten ermittelt, nicht den wirklichen Substanzgehalt und wirklichen Zuckerquotienten. — Auf den Unterschied jener und dieser Daten ist schon mehrfach in diesem Werke, namentlich Seite 371 aufmerksam gemacht und dabei zugleich hervorgehoben, dass die Ermittlung des scheinbaren Zuckerquotienten für die meisten Fälle der Praxis: z. B. zum Werthvergleich verschiedener Arbeitsmethoden und ihrer Producte untereinander, zur Gewinnung eines Urtheils über die Möglichkeit des Zuckerausbringens aus einem Rohstoffe (Rohzucker, Rüben), sowie zur Taxation des Handelswerthes eines Rohzuckers vollkommen genügt.

Noch einfacher, ohne jeden Gebrauch der Balling'schen Spindel lassen sich die oben gegebenen Bestimmungen erhalten, wenn man gleich die für die Polarisation angefertigten Normallösungen der Zuckersubstanzen durch directe Wägung im 100-Gramme-Glase (vergl. Seite 318) auf ihr specifisches Gewicht prüft, aus diesem mittelst der Seite 325 befindlichen Tabelle ihren Gehalt an fester Substanz (Procent. Balling) und aus dem Gewichtsverhältnisse des letzteren zu den durch Polarisation der Lösung gefundenen Zuckerprocenten wie vorhin den Zuckerquotienten berechnet. Wo genaue Waagen zu Gebote stehen und Uebung im Gebrauch derselben vorhanden ist, möchte sich diese Methode empfehlen, für gewöhnlich ist jedoch das obige aräometrische Verfahren deshalb vorzuziehen, weil man dabei immer nur mit einfachen nicht zu kleinen Gewichtseinheiten zu operiren hat und kleine Differenzen beim Wiegen nicht gleich so grosse Fehler veranlassen, wie das bei Ermittelung des specifischen Gewichts durch directe Abwage und Berechnung des Substanzgehaltes aus dem specifischen Gewichte leicht der Fall sein kann.

Um die Resultate dieser und der vorhin befolgten aräometrischen Methode mit einander zu vergleichen, wurden 26 Gramme der in Versuch Nro. 2 geprüften Füllmasse mit Wasser im 100-Gramme-Glase zu 100 C.C. gelöst und Glas nebst Inhalt auf einer genauen Waage gewogen. Das Gewicht der Lösung betrug nach Abzug der Glastara 108,90 Gramme, die Lösung hatte also ein specifisches Gewicht von 1,089, enthielt mithin laut Tabelle auf Seite 325 in 100 Gewichtstheilen 21,25 Procente Balling oder Procente fester Substanz (d. h. natürlich nur scheinbare Procente, deren specifisches Gewicht gleichgedacht dem des Zuckers). Enthielten nun 100 Gramme der Lösung 21,25 Gramme feste Substanz, so mussten in den im 100-Gramme-Glase vorhandenen 108,9 Grammen derselben Lösung $\frac{108,9 \times 21,25}{100} = 23,14$ Gramme fester Substanz enthalten sein. Die gelösten 26 Gramme Füllmasse enthielten mithin 23,14 Gramme fester Substanz, 100 Gramme Füllmasse daher $\frac{23 \times 100}{26} = 89$ Gramme oder Procente fester Substanz — dieselbe Procentzahl, welche man beim Versuche Nro. 2 mit der Balling'schen Spindel fand. Die Lösung polarisirte im Ventzke'schen Apparate 80¾ Grad, folglich Gehalt der Füllmasse an reinem Zucker 80¾ Proc. fast gleich dem oben gefundenen. Es dürfen jedoch höchst selten so

übereinstimmt. Da es jedoch schwer ist, die Normaltemperatur immer einzuhalten, das specifische Gewicht aber je nach der Temperatur wechselt, so hat Ventzke eine Tabelle beigegeben, woraus zu ersehen ist, wie hoch das specifische Gewicht der zu bestimmenden Flüssigkeit sein muss, bei jeder Temperatur derselben zwischen 0 Grad und 30 Grad Celsius.

Grade nach C.	Dichtigkeit.	Grade nach C.	Dichtigkeit.	Grade nach C.	Dichtigkeit.	Grade nach C.	Dichtigkeit.
9	1,1018	14½	1,1007	20	1,0994	25½	1,0980
9½	1,1017	15	1,1006	20½	1,0993	26	1,0978
10	1,1016	15½	1,1005	21	1,0992	26½	1,0976
10½	1,1015	16	1,1004	21½	1,0990	27	1,0975
11	1,1014	16½	1,1003	22	1,0989	27½	1,0974
11½	1,1013	17	1,1002	22½	1,0988	28	1,0972
12	1,1012	17½	1,1000	23	1,0987	28½	1,0970
12½	1,1011	18	1,0999	23½	1,0985	29	1,0968
13	1,1010	18½	1,0998	24	1,0984	29½	1,0966
13½	1,1009	19	1,0996	24½	1,0982	30	1,0964
14	1,1008	19½	1,0995	25	1,0981		

Ergiebt sich zwischen dem für die beobachtete Temperatur aus der Tabelle abgelesenen specifischen Gewichte und dem von der Spindel factisch angezeigten eine Differenz, so wird dieselbe einstweilen notirt, um nach der Polarisation der Flüssigkeit als Correctiv der ermittelten Polarisationsprocente unter Beihülfe folgender Tabelle gebraucht zu werden.

übereinstimmende Rechnungsresultate in der Praxis erwartet werden. Man wird selbstverständlich Polarisation und Ermittelung des specifischen Gewichts mit ein und derselben Normallösung vornehmen, nicht wie bei der aräometrischen Bestimmung zwei verschiedene Lösungen anfertigen.

Gefundene Procente	Differenz am Aräometer in Graden (Tausendtheilen).									
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
100	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00
99	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,59	0,69	0,79	0,89	1,00
98	0,10	0,20	0,29	0,39	0,49	0,59	0,69	0,78	0,88	1,00
97	0,10	0,19	0,29	0,39	0,49	0,58	0,68	0,78	0,87	1,00
96	0,10	0,19	0,29	0,38	0,48	0,58	0,67	0,77	0,86	1,00
95	0,10	0,19	0,29	0,38	0,48	0,57	0,67	0,76	0,86	1,00
94	0,09	0,19	0,28	0,38	0,47	0,56	0,66	0,75	0,85	0,94
93	0,09	0,19	0,28	0,37	0,47	0,56	0,65	0,74	0,84	0,93
92	0,09	0,18	0,28	0,37	0,46	0,55	0,64	0,74	0,83	0,92
91	0,09	0,18	0,27	0,36	0,46	0,55	0,64	0,73	0,82	0,91
90	0,09	0,18	0,27	0,36	0,45	0,54	0,63	0,72	0,81	0,90
89	0,09	0,18	0,27	0,36	0,45	0,53	0,62	0,71	0,80	0,90
88	0,09	0,18	0,26	0,35	0,44	0,53	0,62	0,70	0,79	0,90
87	0,09	0,17	0,26	0,35	0,44	0,52	0,61	0,70	0,78	0,90
86	0,09	0,17	0,26	0,34	0,43	0,52	0,60	0,69	0,77	0,90
85	0,09	0,17	0,26	0,34	0,43	0,51	0,60	0,68	0,77	0,90
84	0,08	0,17	0,25	0,34	0,42	0,50	0,59	0,67	0,76	0,84
83	0,08	0,17	0,25	0,33	0,42	0,50	0,58	0,66	0,75	0,83
82	0,08	0,16	0,25	0,33	0,41	0,49	0,57	0,66	0,74	0,82
81	0,08	0,16	0,24	0,32	0,41	0,49	0,57	0,65	0,73	0,81
80	0,08	0,16	0,24	0,32	0,40	0,48	0,56	0,64	0,72	0,80
79	0,08	0,16	0,24	0,32	0,40	0,47	0,55	0,63	0,71	0,80
78	0,08	0,16	0,23	0,31	0,39	0,47	0,55	0,62	0,70	0,80
77	0,08	0,15	0,23	0,31	0,39	0,46	0,54	0,62	0,69	0,80
76	0,08	0,15	0.23	0,30	0,38	0,46	0,53	0,61	0,68	0,80
75	0,08	0,15	0,23	0,30	0,38	0,45	0,53	0,60	0,68	0,80
74	0,07	0,15	0,22	0,30	0,37	0,44	0,52	0,59	0,67	0,74
73	0,07	0,15	0,22	0,29	0,37	0,44	0,51	0,58	0,66	0,73
72	0,07	0,14	0,22	0,29	0,36	0,43	0,50	0,58	0,65	0,72
71	0,07	0,14	0,21	0,28	0,36	0,43	0,50	0,57	0,64	0,71
70	0,07	0;14	0,21	0,28	0,35	0,42	0,49	0,56	0,63	0,70
69	0,07	0,14	0,21	0,28	0,35	0,41	0,48	0,55	0,62	0,70
68	0,07	0,14	0,20	0,27	0,34	0,41	0,48	0,54	0,61	0,70
67	0,07	0,13	0,20	0,27	0,34	0,40	0,47	0,54	0,60	0,70
66	0,07	0,13	0,20	0,26	0,33	0,40	0,46	0,53	0,59	0,70
65	0,07	0,13	0,20	0,26	0,33	0,39	0,46	0,52	0,59	0,70
64	0,06	0,13	0,19	0,26	0,32	0,38	0,45	0,51	0,58	0,64
63	0,06	0,13	0,19	0,25	0,32	0,38	0,44	0,50	0,57	0,63
62	0,06	0,12	0,19	0,25	0,31	0,37	0,43	0,50	0,56	0,62
61	0,06	0,12	0,18	0,24	0,31	0,37	0,43	0,49	0,55	0,61
60	0,06	0,12	0,18	0,24	0,30	0,36	0,42	0,48	0,54	0,60
59	0,06	0,12	0,18	0,24	0,30	0,35	0,41	0,47	0,53	0,60
58	0,06	0,12	0,17	0,23	0,29	0,35	0,41	0,46	0,52	0,60
57	0,06	0,11	0,17	0,23	0,29	0,34	0,40	0,46	0,51	0,60
56	0,06	0,11	0,17	0,22	0,28	0,34	0,39	0,45	0,50	0,60
55	0,06	0,11	0,17	0,22	0,28	0,33	0,39	0,44	0,50	0,60
54	0,05	0,11	0,16	0,22	0,27	0,32	0,38	0,43	0,49	0,54
53	0,05	0,11	0,16	0,21	0,27	0,32	0,37	0,42	0,48	0,53
52	0,05	0,10	0,16	0,21	0,26	0,31	0,36	0,42	0,47	0,52
51	0,05	0,10	0,15	0,20	0,26	0,31	0,36	0,41	0,46	0,51
50	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50
49	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,29	0,34	0,39	0,44	0,50
48	0,05	0,10	0,14	0,19	0,24	0,29	0,34	0,38	0,43	0,50
47	0,05	0,09	0,14	0,19	0,24	0,28	0,33	0,38	0,42	0,50
46	0,05	0,09	0,44	0,18	0,23	0,28	0,32	0,37	0,41	0,50
45	0,05	0,09	0,14	0,18	0,23	0,27	0,32	0,36	0,41	0,50

Der Gebrauch dieser Tabelle ist einfach. Man sucht in der ersten Columne die laut Angabe der Polarimeterscala gefundenen Zuckerprocente auf und sieht, wo selbige in wagerechter Richtung nach rechts mit der früher notirten Differenz der Normaldichtigkeit zusammentrifft.

Hätte die Polarisation z. B. 64 Proc. ergeben und die notirte Differenz der specifischen Gewichte 1,4 Aräometergrade (Tausendtheile) betragen, so würde die Horizontalcolumne von 64 Proc. mit der Verticalcolumne von 1,4 Aräometerdifferenz zusammentreffen in der Zahl 0,9. Diese Zahl wird den Polarisationsprocenten zugezählt, wenn die beobachtete Zuckerflüssigkeit um die notirte Aräometerdifferenz (hier 1,4) leichter war, als sie nach Angabe der vorigen Tabelle hätte sein müssen, und umgekehrt wird sie von den Zuckerprocenten abgezogen, wenn die fragliche Flüssigkeit um dieselbe Aräometerdifferenz schwerer gefunden wurde, als die Tabelle hier angiebt. In jenem Falle wäre also das Resultat: die untersuchte Flüssigkeit enthält $(64 + 0{,}9) = 64{,}9$ Proc. Zucker in 100 Theilen fester Substanz; in diesem Falle: die Flüssigkeit enthält $(64 - 0{,}9) = 63{,}1$ Proc. Zucker in 100 Theilen fester Substanz.

Eine einfache Rechnung macht indess, indem sie auf dasselbe Resultat führt, die letzte Tabelle entbehrlich. Man multiplicirt die gefundenen Polarisationsprocente mit der Aräometerdifferenz, dividirt das Product mit 100 und addirt, eventuell subtrahirt den resultirenden Quotienten zu den Polarisationsprocenten. Im ersten Falle hätte man also die Zahl $\frac{64 \times 1{,}4}{100} = 0{,}896$ rund 0,9 zu addiren, im zweiten zu subtrahiren, wodurch die Resultate 64,9 Proc. und 63,1 Proc. gleich den mit Anwendung der Tabelle gefundenen werden.

Derartige Resultate werden gewöhnlich nur als 64 Proc. nach Ventzke angegeben. Die Polarisation solcher Lösungen im Apparate geschieht ganz so, wie bei dem Soleil'schen Instrumente. Die abgelesenen Grade sind direct (resp. um $^1/_{10}$ vermehrt) Procente Zucker in 100 Theilen fester Substanz. Nur die Scala ist hier etwas anders, als beim französischen Instrumente, sie ist von 0 bis 100 in 10 Theile getheilt, deren jeder 10 Procente bezeichnet. Der Nullpunkt des Nonius fixirt den Drehungsbetrag auf der Scala. Müsste man z. B. den Nullpunkt hinter den sechsten Theilstrich der Scala rücken, um ein gleichgefärbtes Spectrum zu erzeugen, so hätte man zunächst sechs Zehnergrade, also $(6 \times 10) = 60$ Proc. zu notiren. Den Betrag

über 60 Proc. findet man, wenn man vom Nullpunkte des Nonius die Theilstriche des letzteren weiterzählt bis dahin, wo ein Theilstrich des Nonius mit einem Theilstriche des Index genau zusammentrifft. Die Anzahl der gezählten Theilstriche des Nonius sind dann Einergrade oder Einerprocente. Träfe z. B. in unserm Falle Theilstrich 4 auf einen Theilstrich der Scala, so wären 4 Proc. zu den anfangs notirten 60 Procent zu addiren, man hätte also in Summa 64 Procent Polarisationszucker. Der dargestellte Gebrauch des Nonius erklärt sich leicht aus dem Grössenverhältnisse seiner Grade zu denen der Scala; 1 Grad des Nonius ist nämlich gleich $^9/_{10}$ eines Grades der Scala.

Die Resultate, die durch das Polarimeter über den Gehalt an Zucker irgend einer Lösung erhalten werden, können selbstverständlich nur dann richtig sein, wenn die Flüssigkeit ausser Zucker keine anderen die Polarisationsebene drehenden Stoffe enthält. Wäre z. B. noch eine rechtsdrehende Substanz ausser Zucker in Lösung, so erhielte man das Resultat zu hoch; wäre hingegen eine linksdrehende Substanz vorhanden, so erhielte man eine geringere Angabe.

Ein sehr einfaches Mittel, dies zu prüfen, ist von Dr. Weiler angegeben worden. Er empfiehlt nämlich, die Lösung nach der Beobachtung vergähren zu lassen, wobei aller Zucker verschwindet, und dann abermals zu untersuchen. Etwaige Differenzen vom Nullpunkte werden in Betracht gezogen.

Rechtsdrehende Substanzen neben Zucker hat man, wie die Erfahrung lehrt, im Rübensafte nicht zu fürchten, wohl aber kommen linksdrehende vor, namentlich, wie schon bemerkt, der linksdrehende Schleimzucker (Fruchtzucker). Schon beim Soleil'schen Apparate ist gezeigt, wie man ihn indirect bestimmt mittelst Inversion aus der Differenz zwischen Links- und Rechtspolarisation.

Um in Substanzen oder Flüssigkeiten, welche Fruchtzucker neben krystallisirbarem Zucker enthalten, die Menge des letzteren genau durch Polarisation zu bestimmen, empfiehlt Otto (Bd. II. Seite 363), den ersteren durch Alkalilauge zu zerstören. Man giebt demnach zu der Lösung der für den Polarisationsapparat abgewogenen Menge der Substanz, resp. der für den Apparat abgewogenen Menge Flüssigkeit Natronlauge bis zur stark alkalischen Reaction oder setzt ein Stückchen Aetzkali zu und erhitzt anhaltend bis zum Sieden oder nahe zum Sieden. Nach dem Erkalten neutralisirt man die Flüssig-

keit genau mit Essigsäure, verdünnt sie auf 100 C.C., versetzt sie mit $^{1}/_{10}$ Bleiessig, filtrirt und beobachtet sie im Apparate. Das Resultat soll, gehörig rectificirt, ohne Weiteres den entsprechenden Gehalt an Krystallzucker angeben.

Um die Gradangaben der besprochenen drei Polarimeter direct unter einander vergleichen zu können, giebt folgende Zusammenstellung an, wie viel Procente (Volumprocente) Zucker in 100 C.C. je ein Grad der verschiedenen Scalen anzeigt.

In den Instrumenten zeigt:	Zucker in 100 C.C. Lösung:
1 Grad Mitscherlich . .	0,75 Gramme
1 „ Soleil	0,1635 „
1 „ Ventzke	0,26048 „

Die Gradeinheit jedes Apparates, ausgedrückt in Gradwerthen der beiden andern Apparate, ergiebt folgende Zusammenstellung:

1° Mitscherlich = 4,645° Soleil . . . = 2,879° Ventzke,
1° Soleil . . . = 0,215° Mitscherlich = 0,62° Ventzke,
1° Ventzke . . = 1,613° Soleil . . . = 0,347° Mitscherlich.

Die Normallösungen der verschiedenen Instrumente bestehen aus:

15 Gramme Zucker in 100 C.C. bei Mitscherlich,
16,35 „ „ in 100 C.C. bei Soleil,
26,048 „ „ in 100 C.C. bei Ventzke.

Nachdem wir nun kennen gelernt haben, wie man mittelst der optischen Methode der Polarisation den Zuckergehalt bestimmt, wollen wir von alle den zahlreichen chemischen Methoden, welche man zur quantitativen Zuckerbestimmung anwenden kann, einige der wichtigsten hier näher betrachten. Ihre Anwendung in der Praxis gehört im Vergleich mit dem überall gebräuchlichen polarimetrischen Verfahren zu den äussersten Seltenheiten und zwar mit gutem Grunde, denn sie erfordern fast ohne Ausnahme einen weit grösseren Aufwand von Zeit, von chemischen Manipulationen, Berechnungen und Beobachtungen, als die Polarisationsprobe, und geben dennoch fast ohne Ausnahme ein weniger genaues Resultat als letztere. Wir führen die nachstehenden Methoden also nicht deshalb in diesem Werke an, um ihre Benutzung, die nur von dem mit chemischen Arbeiten Vertrauten erfolgreich geschehen kann, der Polarisation gegenüber zu em-

pfehlen, sondern nur in der Absicht, das Verhalten des Zuckers unter gewissen Umständen und chemischen Einflüssen, die auch im Verlaufe der Fabrikation im Grossen auf ihn einwirken, bei diesen analytischen Versuchen im Kleinen kennen zu lehren. Von diesem Gesichtspunkte aus dürfen sie allerdings eine eingehende Berücksichtigung von Seiten rationeller Fabrikanten beanspruchen, wie ihnen denn auch als Entwicklungsstadien der Saccharimetrie, dieser für die Zuckerindustrie so ungemein wichtigen und zukunftreichen Wissenschaft, das historische Interesse nicht versagt werden kann.

Eine der ältesten Methoden, den Zuckergehalt in süssen Pflanzensäften zu bestimmen, gründet sich auf die Eigenschaft des Zuckers, durch die geistige Gährung in Alkohol und Kohlensäure zersetzt zu werden, sowie auf den Umstand, dass hierbei die Menge der gebildeten neuen Gährungsproducte in einem genauen Zahlenverhältnisse steht zu der Menge des bei der Gährung zersetzten Zuckers, so dass nun aus jener auf diese geschlossen werden kann. Balling nimmt an, dass 100 Gewichtstheile Zucker

51,111 Alkohol und
48,889 Kohlensäure entwickeln.
100,000.

Nach Siemens (siehe Muspratt's Chemie, Anhang Seite 183) entsprechen 98 Theile absoluter Alkohol 171 Theilen Zucker und 88 Theile Kohlensäure ebenfalls 171 Theilen Zucker.

Man hat demnach entweder den Alkohol oder die Kohlensäure zu bestimmen, was, wie wir nachstehend sehen werden, von verschiedenen Chemikern mit verschiedenen Mitteln versucht wurde.

Balling, der sich besonders mit der Gährungschemie beschäftigte, giebt an, dass ein Mengenverhältniss zwischen Rübensaft und Hefe (nämlich 10 Proc. des Saftes) eine wesentliche Bedingung sei, um die möglichst vollständige Vergährung des Rübensaftes zu erzielen. Er schlägt dazu Bierhefe vor, die man auf einem Papierfilter abtropfen lässt, nachdem sie mit reinem Wasser so stark verdünnt war, dass die Lösung 0,5 Proc. an seinem Aräometer zeigt. Die auf dem Filter zurückbleibende consistente Hefe sei zu dem Versuche zu verwenden.

Andere schlagen vor, dem Rübensaft $^1/_{1000}$ Schwefelsäure beizumischen, wodurch seine Vergährungsfähigkeit sehr gesteigert würde, und da Rübensaft bei der Gährung selbst Hefe bildet, so wäre die

sedimentirte Hefe des Rübensaftes selbst das geeignetste Gährungsmittel für neue Versuche.

Pelouze zerrieb ein gewogenes Quantum Rüben, presste den Saft aus dem erhaltenen Breie und süsste den Rückstand mit destillirtem Wasser aus. Die erhaltenen Flüssigkeiten wurden vereinigt, mit ausgewaschener Bierhefe zersetzt, in geistige Gährung gebracht, nach deren Vollendung (in 14 Tagen) der Weingeist durch Destillation daraus geschieden wurde, dessen Gehalt an absolutem Alkohol im Verhältniss von 50,9 : 100 die Gewichtstheile reinen Zuckers angeben sollte.

Bei diesem Verfahren sind die unvollkommene Saftgewinnung aus den Rüben, die Verdünnung des Saftes und die lange Dauer der Gährung, wobei die Flüssigkeit sauer wird, sowie die Reductionszahl von Spiritus auf Zucker als erhebliche Fehlerquellen zu betrachten. Herrmann gewann den Saft aus Rüben mittelst kochendem Wasser und Pressen, bereitete die Flüssigkeit durch Kochen mit 10 Procent Knochenkohle zur Gährung vor, brachte ihn so in einen calibrirten Glascylinder (von 15 Cubikzoll Inhalt) sammt der Bierhefe und stülpte das mit einer Glasplatte bedeckte offene Ende desselben in ein Quecksilberbad um. Bei einer Wärme von 20 Grad ging die Gährung schnell von Statten, so dass nach 48 Stunden, nachdem die Temperatur auf 14 Grad R. abgekühlt war, das Volumen des entwickelten kohlensauren Gases gemessen, und aus diesem der ursprüngliche Zuckergehalt berechnet werden konnte.

Diese Methode bietet durch unvollständiges Auslaugen des Zuckers, Ausscheiden des Eiweisses beim Kochen des Saftes und Festhalten von (circa 5 Proc.) Saft in der Knochenkohle viele Mängel, und die richtige Berechnung des Kohlensäurevolumens ist wegen der für Luftdruck- und Temperaturdifferenzen auszuführenden Correctionen umständlich und schwierig.

Brande unterwarf nur ein gewisses Quantum Rübensaft (12 Unzen) mit Hefe bei der Temperatur von 20 bis 25 Grad der Gährung, die nach 12 (!) Stunden beendigt war. Die gegohrene Flüssigkeit wurde dann destillirt, der absolute Alkohol ermittelt und im Verhältniss von 53,3 : 100 der Zuckergehalt in 100 Thln. Rübensaft bestimmt.

Balling empfiehlt aus der Differenz zwischen den Aräometeranzeigen des Rübensaftes vor und nach der Gährung dessen Zuckergehalt zu berechnen. Der aus dem Brei mittelst eines Tuches sorgsam abgeseihte Rübensaft wird bei 14 Grad mit dem Balling'schen Aräo-

meter geprüft. Er zeigt z. B. 16 Proc. Der Rübensaft soll dazu durch ein Gewebe geseiht werden, um die Anzeige der Spindel bei 14° R. genau entnehmen zu können.

Dann wird etwa $^1/_{10}$ seines Gewichts ausgewaschener, dickbreiiger und consistenter Bierhefe (gleichgültig ob Ober- oder Unterhefe) zum Safte gefügt, so dass die Gährung bei einer Temperatur von 12 bis 10° R. in drei, längstens vier Tagen beendigt ist. Hierauf wird die Flüssigkeit durch Papier klar abfiltrirt und mit der Balling'schen Spindel bei 14° R. gewogen. Die nun gefundene Spindelanzeige (hier 1,35 Proc.) wird von der früheren (16 Proc.) abgezogen und die resultirende Differenz (16 — 1,35) = 14,65 Proc., die sogenannte scheinbare Attenuation, mit dem aus der ursprünglichen Aräometeranzeige abgeleiteten (aus folgender Tabelle zu entnehmenden) Zuckerfactor multiplicirt. Der Dichtigkeit von 10 Proc. entspricht in diesem Falle der Zuckerfactor = 0,8123. Demnach wäre also (14,65 . 0,812 =) 11,76 Proc. der Zuckergehalt in 100 Theilen Saft (aus Mittheilungen für Gewerbe und Handel in Böhmen 1840).

Es folgt hierbei zugleich Balling's Tabelle über die den ursprünglichen Concentrationen der Rübensäfte von 10 bis 20 Procent Saccharometer-Anzeige zukommenden Attenuations-Quotienten und Zuckerfactoren:

Saccharometer-Anzeige des Rüben-Rohsaftes in Procenten	Dieser zukommende	
	Attenuations-Quotienten	Zuckerfactoren
10	1,225	0,8163
11	1,226	0,8156
12	1,227	0,8149
13	1,228	0,8143
14	1,229	0,8136
15	1,230	0,8130
16	1,231	0,8123
17	1,232	0,8116
18	1,233	0,8110
19	1,234	0,8103
20	1,235	0,8097

Wenn man nach vollendeter Gährung die Flüssigkeit kocht, damit alle Kohlensäure und Spiritus ausgetrieben wird, das Volumen der Flüssigkeit dann mit Wasser auf das Ursprüngliche bringt, so erhält in den Angaben der Spindel vor und nach der Gährung die wirkliche Attenuation und hat nicht nöthig, sich eines Alkoholfactors zu bedienen.

Gall ermittelt einfach den Gewichtsverlust;* welchen die mit Hefe versetzte Flüssigkeit bei der Gährung erleidet. Dieser Gewichtsverlust entspricht der Menge der entwichenen Kohlensäure. Man hat also nur nöthig, die Flüssigkeit vor und nach der Gährung zu wiegen. Wendet man 20 Loth Rübensaft an und bedient man sich dabei zur Gewichtsausgleichung preussischer Kupferpfennige, so entspricht der Zahl der Kupferpfennige, wie er angiebt, dem Procentgehalt der Rüben an Zucker.

Siemens schlägt (Muspratt's Chemie, Anhang Seite 183) vor, den Rübensaft abzuwägen, ihn in einer Glasflasche an einem mässig warmen Orte mit Hefe 48 Stunden gähren zu lassen und die sich entwickelnde Kohlensäure durch ein Glasrohr, welches mit concentrirter Schwefelsäure getränkte Bimsteinstückchen enthält, austreten zu lassen. Ein dem Schwefelsäurerohre angefügtes Chlorcalciumrohr verhindert, dass die Schwefelsäure Feuchtigkeit aus der Lnft annimmt. Nach Beendigung der Gährung soll für 100 C.C. gährender Flüssigkeit $1/2$ Liter trockner Luft durch dieselbe gesogen werden, wodurch die in der Flüssigkeit etwa zurückgehaltene Kohlensäure vertrieben würde.

Der ganze Apparat wird vor und nach der Gährung gewogen, die Differenz ergiebt den Verlust an Kohlensäure, wovon 88 Theile aus 171 Theilen Zucker entstanden wären. Nach diesem Verhältnisse wird daher der Zuckergehalt der Flüssigkeit berechnet. Gleichzeitig wird in einem ähnlichen Apparate dieselbe Menge Hefe von derselben Beschaffenheit in reinem Wasser suspendirt der Gährung überlassen und nach Beendigung derselben der durch Wägung ermittelte Kohlensäureverlust von dem bei der Saftgährung gefundenen Kohlensäureverluste abgezogen. Diese Correction ist deshalb erforderlich, weil Hefe selber Kohlensäure entwickelt, theils an und für sich, theils in Folge eines geringen Zuckergehaltes (herrührend aus der Flüssigkeit, aus welcher sie entstanden), so dass mithin der Kohlensäureverlust des Saftes zu gross gefunden würde.

Obschon die Gährungsfähigkeit des Zuckers als ein wesent-

liches Kennzeichen desselben (neben dem Charakter der Süssigkeit und Auflöslichkeit, Knapp) angegeben wird, die Methode seiner Bestimmung durch Gährung daher eine gewisse Berechtigung hat; so liefert sie doch theils keine absolut genaue, theils zu langsame Resultate und ist deswegen in der Praxis fast gar nicht im Gebrauch, da dabei wechselnde Mengen Glycerin und Bernsteinsäure gebildet werden sollen (Siemens). Immerhin bleibt die Thatsache bemerkenswerth, dass ein Rübensaft, dessen Gährung schnell und vollständig verläuft, gewöhnlich auch leicht in der Fabrik verarbeitet werden kann, während Säfte, die eine geringere Attenuation zeigen, bei ihrer Verarbeitung in den Fabriken mehr oder weniger Schwierigkeiten zeigen, so dass mittelst der Gährungsversuche im Kleinen a priori ein Urtheil gewonnen wird über den Werth der Säfte und die Möglichkeit der Zuckergewinnung daraus.

Die Eigenschaft des Rohrzuckers, mit Kalk eine lösliche Verbindung zu bilden, wurde zuerst von Peligot benutzt, um den Zuckergehalt einer Lösung durch die Bestimmung des Kalkes in derselben zu ermitteln. Schatten hat dasselbe Princip zur Ermittelung des Zuckergehaltes benutzt. Nach ihm lösen 10 Gramme Flüssigkeit, die von 1 bis 16 Proc. Zucker enthalten, folgende Mengen von Kalk:

Zuckergehalt in Procenten	Gehalt an Aetzkalk in Grammen
0	0,015
1	0,029
2	0,045
3	0,062
4	0,080
5	0,098
6	0,115
7	0,136
8	0,160
9	0,188
10	0,219
11	0,244
12	0,271
13	0,299
14	0,330
15	0,361
16	0,394

Man behandelt nach ihm die zu prüfende Zuckerflüssigkeit bei einer gewissen Temperatur im Ueberschusse mit Kalkhydrat, filtrirt die damit gesättigte Flüssigkeit von dem ungelösten Kalke und den unlöslichen Kalkverbindungen, bringt einen bestimmten Theil dieses Filtrates in eine graduirte Glasröhre, und giebt nun mit Lackmus gefärbte Säure (von bestimmter Concentration) so lange hinzu, bis die Mischung anfängt, sauer zu reagiren, also die rothe Farbe derselben nicht mehr wie anfangs durch den Kalküberschuss in blaue verwandelt wird, sondern constant bleibt.

Die dazu verwendete Normalsäure ist so titrirt, dass sich aus der verbrauchten Menge direct der Zuckergehalt der Lösung ergiebt.

Diese alkalimetrischen Bestimmungen des Kalkes in den Rübensäften ist als solche sehr wichtig für die praktische Fabrikation, die Folgerungen daraus auf den Zuckergehalt dieser Lösungen aber scheinen nicht für alle Fälle vollkommen genau zu sein, da der Rohrzucker verschiedene Mengen von Kalk löst, je nachdem die Concentration der Lösung grösser oder geringer ist.

Trommer, Barreswill und Fehling empfahlen die alkalische Kupferoxydlösung zur Bestimmung des Zuckers. Das Kupferoxyd (weinsaures Kupferoxyd in Natron- oder Kalilauge gelöst) der Lösung wird freilich vom Rohrzucker selbst beim Siedpunkt nicht verändert, aber Traubenzucker, Fruchtzucker etc. reduciren daraus in höheren Temperaturen rasch Kupferoxydul, wodurch diese Zuckerarten in krystallisirbaren Zucker enthaltenden Lösungen leicht nachgewiesen werden können. 1 Aeq. Traubenzucker reducirt genau 10 Aeq. Kupferoxyd zu Kupferoxydul.

Fehling bereitet die Probelösung aus 40 Gramme reinem krystallisirten schwefelsauren Kupferoxyd in seinem vierfachen Gewichte Wasser, die er nach und nach in eine Lösung von 200 Gramme krystallisirten weinsauren Kali-Natron, in 700 Gramme Natronlauge von 1,12 specif. Gewicht gelöst, giesst. Der blaue Niederschlag löst sich beim Schütteln auf und die dunkelblaue Flüssigkeit wird bei 15° R. zu einem Volumen von 1154,4 C.C. gebracht. Jeder bei einer Probe verbrauchte Cubikcentimeter dieser Probelösung zeigt an, dass 0,050 Gramme Traubenzucker oder 0,0475 Gramme Rohrzucker in der Lösung waren.

Der hiermit quantitativ zu untersuchende krystallisirbare Rohrzucker muss, wie aus Obigem erhellt, erst in Fruchtzucker umgewandelt werden, was durch eine Säure sehr leicht in der Wärme zu be-

werkstelligen ist, die jedoch nach beendeter Umwandlung durch kohlensauren Baryt (oder kohlensauren Natron) vorsichtig neutralisirt wird.

Zum Versuche werden 10 C.C. der alkalischen Kupferlösung und 40 C.C. Wasser in einer Porzellanschale zum Sieden erhitzt und die Zuckerlösung aus einer Bürette so lange allmälig zufliessen gelassen, bis eben die blaue Farbe der Kupferlösung verschwunden, d. h. alles Kupferoxyd reducirt ist zu rothem Kupferoxydul, welches zu Boden sinkt, während die überstehende Flüssigkeit farblos erscheint.

Das älteste Verfahren, Ermittelung des Zuckergehalts der Rübe, welches schon von Markgraf und Göttling angewandt wurde, ist unstreitig das mittelst Alkoholextraction. Pelouze und Bley (Bernburg) extrahirten frischen Rübenbrei mit Alkohol und verdampften den filtrirten Auszug, erhielten aber in Folge der durch den Wassergehalt des Saftes eingetretenen Verdünnung des Alkohols im Verdampfungsrückstande ausser Zucker den grössten Theil des Nichtzuckers, also ein unrichtiges Resultat.

Peligot hat dieses Verfahren dahin modificirt, dass er Rübenschnittchen genau abwägt, dieselben bei einer Hitze unter 80 Grad trocknet, bis sie nichts mehr am Gewichte verlieren. Dadurch erfährt man den Wassergehalt und die trockne Substanz der Rübe.

Die getrockneten Schnitte werden, nachdem sie fein pulverisirt sind, wiederholt mit Spiritus von 0,83 specif. Gewicht kalt ausgezogen und die vereinigten Auszüge in gelinder Wärme bis zum Krystallisationspunkte verdampft. Man lässt dann an einem warmen Orte oder im luftleeren Raume die Krystallisation vor sich gehen, die wegen der schnellen Verdampfung des Alkoholrückstandes bald beendet ist, worauf der gesammte Trockenrückstand gewogen wird.

Dieses Verfahren ist auch von der Commission zur Untersuchung der irländischen Rüben adoptirt und in einem „Parlamentsberichte“ folgendermaassen beschrieben:

„100 bis 120 Gran der getrockneten und gepulverten Rübenschnitte wurden in eine kleine Flasche gethan und bald mit Alkohol von 0,830 specif. Gewicht behandelt, welchem ein oder zwei Tropfen einer ausserordentlich verdünnten Lösung kaustischen Kalis zugesetzt waren, um jede etwa vorhandene freie Säure zu neutralisiren. Das Rübenpulver blieb zwei Tage mit dem Alkohol stehen, dann wurde dieser abgegossen und frischer zugesetzt, der 12 Stunden damit in Berührung blieb. Diese Operation wurde 5 bis 6 mal wiederholt, oder so lange, als der Alkohol noch irgend etwas aufnahm.“

„Die so gewonnenen alkoholischen Flüssigkeiten wurden hierauf filtrirt, bei gelinder Wärme bis zur Trockene abgedampft und die getrocknete Masse mit absolutem Alkohol ausgewaschen. Dieser Alkohol löste keinen Zucker auf, aber entfernte gänzlich die Fette, Farbstoffe und Salze.“

Diese Bestimmung des Zuckers der Rüben ist besonders deswegen interessant, weil Schützenbach neuerer Zeit die Gewinnung des Zuckers im Grossen auf ganz ähnliche Weise ausführen will. Dabei mussten aber, wie auch der Parlamentsbericht schliesslich ganz richtig bemerkt, Salze, Farbstoffe und Fette in den spirituösen Auszug mit eingehen, da man sich behufs der Zuckerextraction aus Rüben eines wasserhaltigen Alkohols bedienen muss, indem absoluter Alkohol den Zucker nicht löst. In einem ähnlichen Grade aber als der wässerige Weingeist Zucker aufzunehmen fähiger wird, wird er auch geeigneter, die Salze aus den Rüben mit in die Zuckerlösung überzuführen. Die nachträgliche Anwendung des absoluten Alkohols zur Entfernung der Farbstoffe und Fette aus der gewonnenen Zuckermasse verbietet sich aber durch die gewiss bedeutenden Kosten, ohne die eine solche Reinigungsmethode im Grossen nicht ausführbar wäre.

Muss es, wie wir im Vorhergehenden ausführlich besprochen haben, dem Fabrikanten in den meisten Fällen der Praxis genügen, sein Urtheil über den Werth eines Rübensaftes (oder irgend eines anderen aus diesem resultirenden Zuckerproductes) zu gründen auf den durch Aräometer- oder specifisches Gewicht ermittelten scheinbaren Substanzgehalt und den durch Polarisation gefundenen Zuckergehalt desselben, so werden sich doch jedem rationellen Zuckerfabrikanten über diese beiden Bestimmungen hinaus die Fragen aufdrängen: Wie hoch ist denn nun der wirkliche Substanzgehalt? was für Stoffe enthält derselbe neben dem Zucker und wie viel von jedem dieser verschiedenartigen Stoffe? Schon bei Beurtheilung der Rübe und des Einflusses der Culturmethode auf deren Zusammensetzung musste er sich diese Frage vorlegen (Seite 112 bis 134), wie viel eingänglicher noch wird er sie hier ins Auge zu fassen haben, wo deren Beantwortung ihm lehren soll: welcher Art und Zahl die chemischen Feinde des Zuckers im Safte sind, welche und wie grosse schädliche Einflüsse sie im Laufe der Fabrikation auf den Zucker ausüben, welche und wie grosse Gegenmittel daher aufgewandt werden müssen, diese schädlichen Einflüsse zu neutralisiren.

Zuerst die Ermittelung des wirklichen Substanzgehalts des Saftes. Sie geschieht einfach durch Verdampfung des Wassers bei nicht zu hohen Temperaturen (im Wasser- oder Sandbade) und endlicher Trocknung, bis das Gewicht constant bleibt. Der Rückstand ist die Trockensubstanz, die, oft sehr hygroskopischer Natur, rasch Wasser anzieht; man lässt sie daher vortheilhaft unter einer Glasglocke über einer mit Schwefelsäure gefüllten Schale erkalten und wiegt dann rasch ab. Wenn die Trocknung vorsichtig bei niederen Temperaturen ausgeführt ist, so dass die leicht zersetzlichen organischen Stoffe nicht vermindert sind, so erhält man dadurch genau die Menge fester Stoffe in 100 Theilen Rübensaft, also seinen wirklichen Substanzgehalt, und zugleich aus dem Gewichtsverluste den Wassergehalt des Saftes.

In Muspratt's Chemie (Anhang Seite 200) wird vorgeschlagen, sich zu solchen Wasserbestimmungen der Trockenröhren zu bedienen, wie sie von Liebig zum Trocknen organischer Substanzen empfohlen wurden. Dieselben bestehen aus einem weiten Glasrohre, auf dem an jedem Ende im rechten Winkel zwei Glasröhren angeschmolzen sind. Dieses Rohr, in das eine bestimmte Menge Saft gebracht ist, liegt in einem Wasserbade beim Sieden des Wassers, worin eine gewisse nie zu überschreitende Temperatur erhalten wird. Ausserdem leitet man einen Strom getrocknetes Wasserstoffgas (oder Leuchtgas) durch das Rohr über den Saft hin, wodurch die Eindampfung nicht nur wesentlich befördert, sondern auch dem zersetzenden Einflusse der atmosphärischen Luft vorgebeugt wird. Nach beendigter Verdampfung des Wassers sollen 6 Stunden genügen, um die vollkommene Trocknung zu bewerkstelligen. Man saugt dann trockne Luft durch die Röhren, um das Wasserstoffgas daraus zu entfernen, und wägt die getrockneten Röhren ab. Der Verdampfungsrückstand in denselben ist dann der wirkliche Substanzgehalt des Saftes, während die Differenz gegen das Gewicht der mit Saft gefüllten Röhre die verdampfte Wassermenge giebt.

Badal empfiehlt zur Bestimmung der Trockensubstanz den Saft in einer Schale mit gereinigtem Sand zu trocknen, wodurch allerdings die Oberfläche der Schichten bedeutend vergrössert wird. Zieht man nun von dem auf diese oder die vorige Weise gefundenen wirklichen Substanzgehalte den Zuckergehalt des Saftes ab, so erfährt man, wie viel wirkliche Procente „feste Stoffe“ oder Nichtzucker der Saft enthält. Dieser „Nichtzucker“ der Rübensäfte verhindert nun theils

durch mechanische (krystallisationserschwerende), theils auch durch seine chemische (den Zucker metamorphosirende) Einwirkung die Gewinnung des sämmtlichen im Rübensafte enthaltenen Zuckers, und man nimmt daher in der Praxis an, dass die Menge Zucker, die dadurch am Krystallisiren verhindert werde, proportional sei der Menge „Nichtzucker", die daneben zum Leidwesen des Rübenzuckerfabrikanten im Safte existire. Obschon nun, wie wir später näher betrachten werden, die Menge des Nichtzuckers allein nicht maassgebend ist oder sein kann, da der chemische Einfluss einer geringeren Quantität schädlicher Salze eine grössere Menge Zucker unkrystallisirbar machen kann, als eine grössere Menge chemisch indifferenter Stoffe; so nimmt man doch in der Praxis allgemein an, dass ein Rübensaft um so besser sei, je weniger „Nichtzucker" er neben gleichen Mengen Zucker enthalte, und es ist daher auch in allen Tabellen und den Berechnungen dieses Werkes nur diese Menge Nichtzucker in Betracht gezogen, um die Ausbeute an Zucker a priori zu bestimmen. Die Menge Nichtzucker oder fremder Stoffe allein kann aber vernünftiger Weise nicht maassgebend sein, da die Beschaffenheit derselben sehr verschiedenartig sein kann und auch dem entsprechend verschiedene Erfolge bedingen muss. Während z. B. Magnesia die Krystallisation des Zuckers nicht sehr beeinträchtigt, macht 1 Theil Kali circa 7 Theile und Natron 11 Theile Zucker unkrystallisirbar. Es handelte sich also, wollte man eine genaue Basis zur Vorherbestimmung der Zuckerausbeute oder zur Behandlung der Säfte haben, zunächst um eine Bestimmung der Qualität des Nichtzuckers, um eine genaue qualitative Analyse desselben, die nach dem heutigen Standpunkte der Wissenschaft für den praktischen Rübenzuckerfabrikanten übrigens noch nicht möglich ist.

Für die Bedürfnisse der Praxis begnügt man sich vorläufig damit, alle Nichtzuckerstoffe in zwei Gruppen, deren annähernde Bestimmung auch ohne vollständige Uebung in analytischen Arbeiten möglich ist, zusammenzufassen, nämlich in Salze und organische Stoffe, die sogenannten Proteinsubstanzen, unter welchem Sammelnamen Fett, Leim, Legumin, Eiweiss, Farbstoff, Extractivstoff, Pectin etc. verstanden wird.

Das Verhältniss zwischen Salzen und den Proteinsubstanzen ist in den Rübensäften kein constantes, es ändert sich vielmehr je nach der Düngung, nach dem Jahrgange etc., so dass der Fabrikant aus der Menge des Nichtzuckers noch nicht auf die Mengen eines der beiden Stoffe schliessen kann. Eine jedesmalige Bestimmung derselben ist

aber für den rationellen Fabrikanten um so wichtiger, als sich beide Hauptgruppen in der Fabrikation theils anders verhalten, theils einen sehr verschiedenen Einfluss auf die Krystallisation des Zuckers ausüben. Es können sich demnach Säfte von gleichem Gehalte an „Nichtzucker" in der Fabrikation wesentlich anders verhalten, je nachdem die Salze oder die Proteinsubstanzen in vorherrschendem Verhältnisse anwesend sind.

Die Bestimmung der Salze in Rübensäften geschieht allgemein durch Einäscherung desselben und Wiegen der Asche oder noch leichter und besser durch Weiler's Halometer, wie übrigens schon früher in dem Artikel „die Beurtheilung der Rübe" (Seite 120) angeführt wurde.

Der Aschengehalt (der sogenannte Salzgehalt) der Rübensäfte variirt von 0,5 bis 1,2 Proc. Da nun der Zuckergehalt in beiden Fällen derselbe sein kann, z. B. 12 Proc., so kommen in dem einen Falle auf 100 Theile Zucker 4,17 Theile Asche oder Salze (denn 100 : 4,17 = 12 : 0,5), während in dem anderen Falle auf 100 Thle. Zucker 10 Thle. Asche oder Salze kommen würden.

Man nimmt in der Praxis an, dass wenn auf 100 Theile Zucker im Safte 6 Theile Asche des Rübensaftes kommen, die Rüben sich noch gut in der Zuckerfabrikation verhalten, während sich die Säfte um so schlechter verarbeiten, um so dunklere Füllmassen und um so viel weniger reinen Zucker gewinnen lassen, als sich der Aschengehalt auf 100 Theile Zucker vergrössert. Der normale Aschengehalt eines Rübensaftes gewöhnlicher Dichte oder von 12 Proc. Zuckergehalt wäre demnach nach der Proportion $100 : 6 = 12 : x$,

$$\text{woraus } x = \frac{12 \cdot 6}{100} = 0{,}72 \text{ Procent.}$$

Solche Rüben verarbeiten sich noch gut, und die Zuckergewinnung daraus ist mit ökonomischem Gewinn verbunden, während eine grössere Aschen-, resp. Salzmenge nicht nur die Fabrikationskosten wesentlich vertheuern, sondern auch trotz alledem eine verhältnissmässig geringere Menge Zucker gewinnen lassen würde. Dies sollte der Rübencultivateur um so mehr bedenken, als der Salzgehalt durch Düngung wesentlich gesteigert wird. Dass ferner nicht nur die Menge der Salze, sondern auch deren Beschaffenheit von der höchsten Wichtigkeit ist, ist theils oben schon angedeutet worden, theils wird es im Folgenden weiter erörtert werden.

Die organischen Stoffe im Rübensafte (ausser Zucker) oder die

Proteinsubstanzen werden oft durch die Differenz bestimmt, die nach Bestimmung des Zucker- und Salzgehalts sich ergiebt. Da aber der Salzgehalt der Rüben nicht richtig durch die Veraschung oder durch die einseitige Bestimmung der feuerfesten Bestandtheile bestimmt wird, so ziehe ich es vor, auch die Proteinsubstanzen direct zu ermitteln, um so mehr, als dies weit rascher auszuführen ist, als viele der vorhergehenden Bestimmungen. Diese directe quantitative Bestimmung der Proteinstoffe geschieht, wie schon Seite 123 u. f. gezeigt wurde, durch Ausfällung derselben aus einer bestimmten Menge erwärmten Saftes mittelst einer genau titrirten, d. h. einer für bestimmte quantitative Sättigungscapacität eingerichteten Lösung von Tannin in Wasser. Obgleich nun bereits Seite 123 und 124 die chemische Wirkungsweise des Tannins auf den Rübensaft im Allgemeinen und die praktische Ausführung der Tannintitrirung insbesondere an einem speciellen Falle gezeigt ist, so glaube ich doch, dem Bedürfnisse des Fabrikanten entgegenzukommen, wenn ich hier noch einige der eigenen Erfahrung entnommene Bemerkungen über die Modalitäten der Ausführung einer solchen Tanninprobe und über anderweitige dabei zu berücksichtigende Umstände folgen lasse. Die Wichtigkeit des Gegenstandes lässt eine möglichst ausführliche Besprechung desselben nöthig erscheinen.

Man fertigt vor allen Dingen die Probelösung (Titre) frisch an, da sich dieselbe, selbst in geschlossenen Gefässen, bald zersetzt. Man thut daher wohl, stets reines trocknes Tannin vorräthig zu halten und die Probelösung höchstens auf eine Woche in Vorrath zu machen.

Der Gehalt der Probelösung, deren ich mich bediente, war 0,002, indem 2 Gramme Tannin in 1 Litre destillirten Wassers gelöst waren. Man kann aber eben so gut eine stärkere Lösung bereiten, mit der man den grössten Theil der Proteinstoffe niederschlägt, und zuletzt nur eine z. B. zehnmal stärker verdünnte Lösung anwenden, wodurch man zugleich rasch und genau arbeiten kann. Es empfiehlt sich dies besonders, wenn man grössere Mengen Saft als z. B. 10 Cubikcentimeter der Untersuchung unterwerfen will, zu denen man von der schwachen Lösung allein zu viele Cubikcentimeter gebrauchen würde.

Man füllt diese Probelösung dann behufs des Versuches in eine Mohr'sche Pipette, die in Fig. 98 (a. f. Seite) verdeutlicht ist, genau bis an die 0-Marke, indem man diese Stelle dem Auge gerade gegen-

über beobachtet, und leise auf den Quetschhahn drückt, wodurch er sich öffnet und die Flüssigkeit austropfen lässt, die bis über die 0-Marke eingefüllt war. Wenn dann der tiefste Theil des Flüssigkeitspiegels den Nullstrich eben erreicht, tangirt, so lässt man den Griff los und man kann nun zum Gebrauche der Pipette schreiten.

Fig. 98.

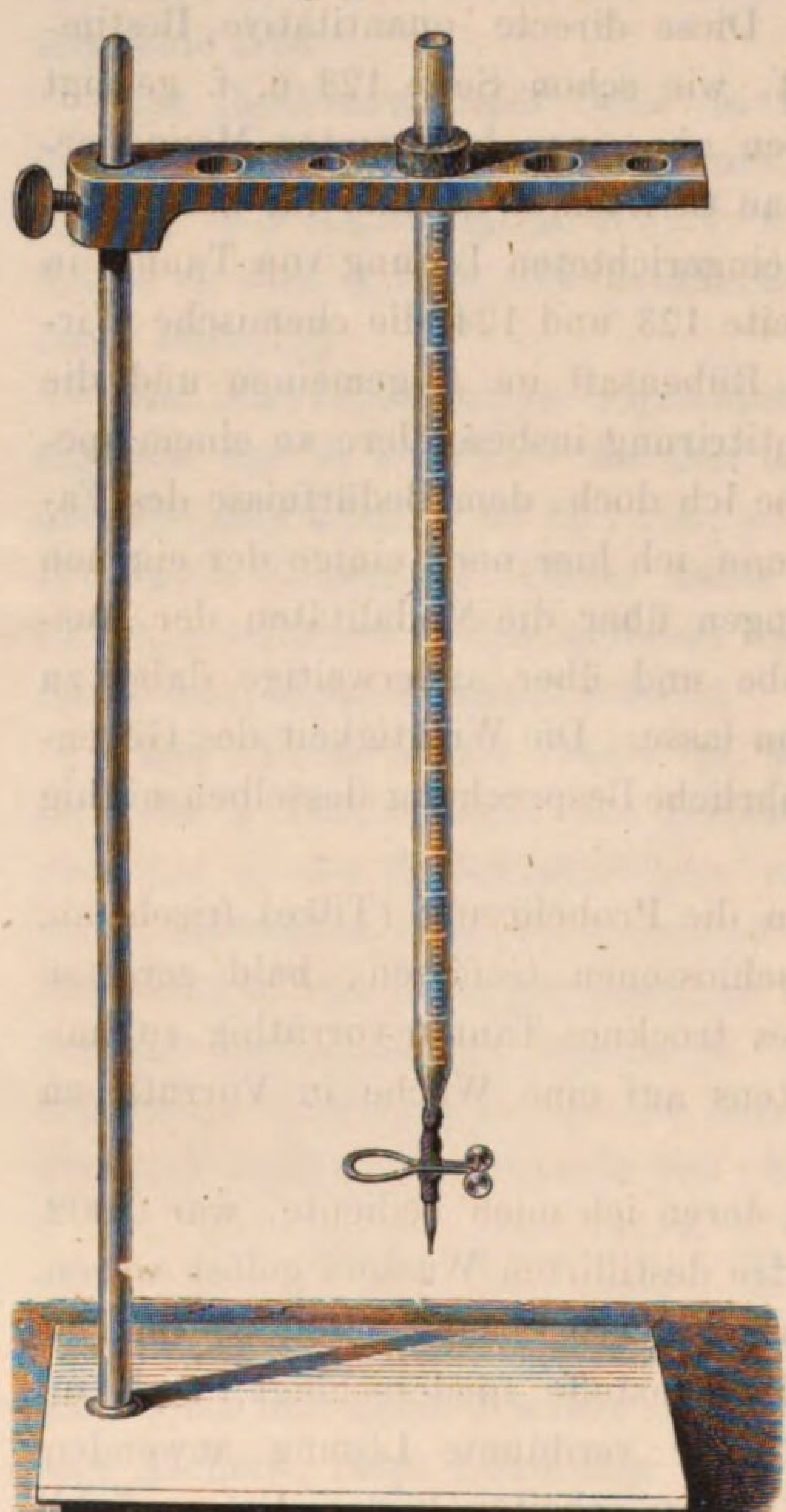
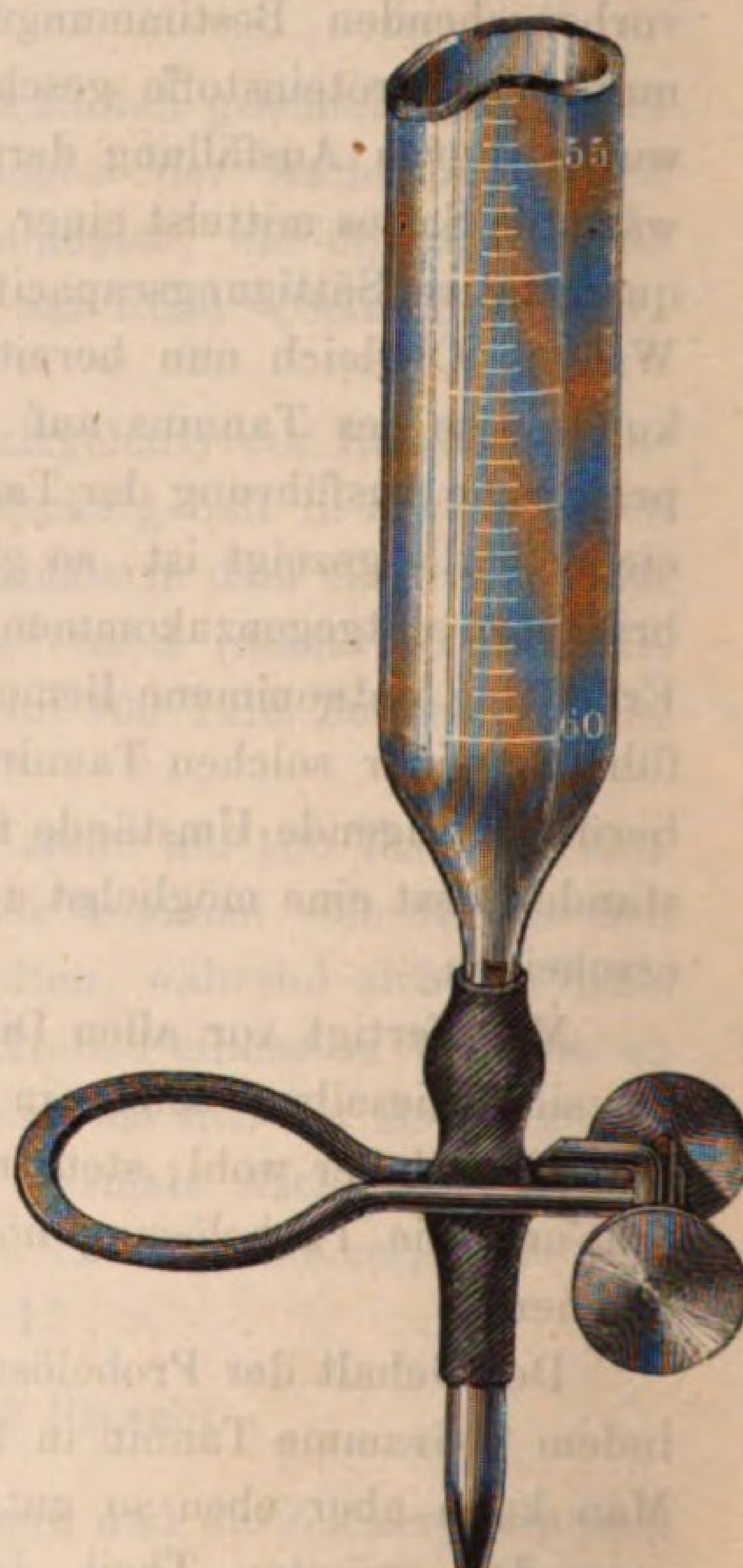


Fig. 99.



Der untere Theil einer Mohr'schen Pipette mit Quetschhahn ist hierbei in natürlicher Grösse abgebildet (Fig. 99), aus der die Einrichtung des Quetschhahnes deutlich zu ersehen ist.

Man misst nun den zu untersuchenden Rübensaft mittelst einer Pipette von beifolgender Form (Fig. 100 u. 102) ab, und giesst ihn in

eine Porzellanschale, die mässig erwärmt wird; oder man wiegt 10 Gramme Rübensaft ab, und lässt die Probelösung aus der Pipette langsam zutropfen. Es bilden sich dadurch flockige Ausscheidungen, die in der Flüssigkeit schwimmen und deren bestimmte Ausscheidung man abwartet, bis wieder Tanninlösung zugetröpfelt wird.

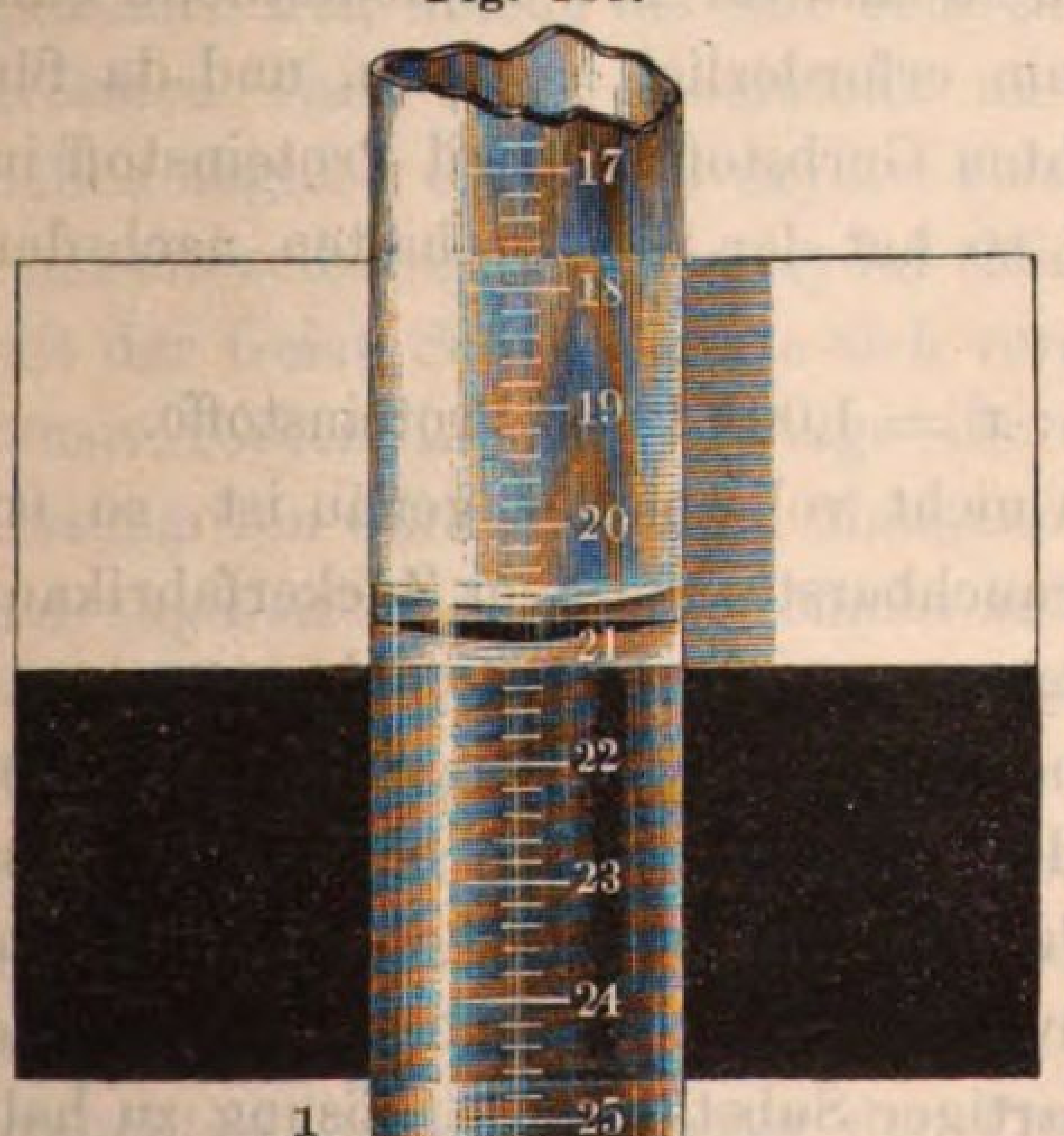
Fig. 100.



Da dünne Lösungen rascher einen flockigen Niederschlag geben, als concentrirtere, so kann man zu dem zu untersuchenden Rübensafte in der Porzellanschale destillirtes Wasser setzen, wodurch das Absetzen beschleunigt, das Resultat aber gar nicht geändert wird.

Haben sich die Flocken klar abgesondert, so nimmt man von der klaren Lösung (mit der Vorsicht, keine flockige Ausscheidung mitzunehmen) mittelst einer feinen Pipette einen Tropfen, den man auf weissem Porzellan mit einem Tropfen concentrirter Eisenvitriollösung in Berührung bringt. Entsteht keine dunkle Färbung, so ist dies ein Zeichen, dass noch kein freies Tannin im Safte ist und man fährt daher fort, so lange Gerbstofflösung aus der Pipette zuzutröpfeln, bis bei wiederholter Probe (bei der man zu grösserer Sicherheit die Saftlösung durch Filtrirpapier laufen lässt, das den flockigen [gerbstoffhaltenden] Niederschlag zurückhält) eine deutlich erkennbare blaue Färbung eintritt. Alsdann ist Tannin im Ueberschusse zur Lösung gesetzt und man liest nun die verbrauchten Cubikcentimeter an der Bürette ab.

Fig. 101.



$\frac{1}{1}$

Zur deutlichern Ablesung empfiehlt M o h r ein Stück schwarzes Glanzpapier auf ein anderes Stück recht weisses Zeichenpapier zu kleben und solches hinter die Bürette zu halten, wie in Fig. 101.

Es spiegelt sich dann die Oberfläche kohlschwarz gegen den weissen Hintergrund und man hat ein scharfes Ablesen. Erdmann empfiehlt, sich zur sicheren Beobachtung des Standes der Flüssigkeiten in den Büretten eines Schwimmers zu bedienen. Es ist gleichsam ein kleines Aräometer, welches vollkommen vertikal in der Flüssigkeit schwimmen muss. Eine zirkelförmige Marke in der Mitte des weiten Theiles der Spindel dient dann zum alleinigen Erkennungszeichen beim Ablesen des Standes der Flüssigkeiten, deren oberer Spiegel nicht mehr berücksichtigt wird.

Fig. 102.



Aus der Anzahl der verbrauchten Cubikcentimeter Gerbstofflösung von bekanntem Gehalte kann man dann leicht die Menge verbranchten reinen Gerbstoffes berechnen und daraus wiederum die Menge der damit in Verbindung eingegangenen Proteinstoffe schliessen.

So z. B. erhielt ich aus Säften im Monat Februar 1862 folgende Daten:

1 C.C. Rübensaft benöthigte 31,35 C.C. Gerbstofflösung zur Sättigung seiner Proteinstoffe. Die Tanninlösung enthielt 0,002 Proc. Tannin, es waren also darin enthalten (0,002 . 31,35 =) 0,063 trocknes Tannin. 100 Cubik-Centimeter Rübensaft hätten demnach (100 . 0,063 =) 6,3 trocknes Tannin erfordert oder da 100 Cubikcentimeter Saft von 1,048 specifisches Gewicht = 104,8 Gramme sind, so sind für 100 Gewichtstheile Saft 6,01 Procent Tannin erforderlich gewesen, und da für 6 Theile verbrauchten Gerbstoff 1 Theil Proteinstoff in Rechnung kommt; so hat der Saft enthalten nach der Proportion:

$$6 : 1 = 6{,}01 : x = 1{,}001 \text{ Proc. Proteinstoffe.}$$

Wennschon dieses Verfahren nicht vollkommen genau ist, so ist es doch vorläufig das praktisch brauchbarste und dem Zuckerfabrikanten, der Raschheit der Ausführung wegen, sehr zu empfehlen.

Ich bemerke hierbei nur noch, dass ein Zusatz von Alaun zum Rübensafte das Absetzen des Niederschlags wesentlich befördert. Dass ferner die Säfte nach der Scheidung erst neutralisirt werden müssen, was vortheilhaft mittelst einer schwachen Säure geschehen kann, da die Alkalien stets einen Theil eiweissartiger Substanzen in Lösung zu hal-

ten streben, und die Gerbsäure auch den Kalk fällt. Würde man daher den Kalkgehalt des Saftes nicht erst entfernen, so würde um diesen Betrag mehr Gerbsäure aufgewendet werden und das Resultat nicht genau sein.

Will man ferner die Säfte in den Stadien der Fabrikation auf ihren Gehalt an Proteinsubstanzen prüfen, so thut man wohl, sie vorher erst auf ein gleiches specifisches Gewicht, z. B. = 12,4 Proc. Bg. (die Hälfte der Ventzke'schen Normallösung von 1,1 specifischem Gewicht), zu bringen, wodurch man einerseits für alle Säfte ein und dieselbe Vergleichsnorm gewinnt, andererseits aber durch die geringe Concentration derselben die Ausscheidung der Tannin + Proteinflocken und damit die ganze Ausführung des Versuchs wesentlich erleichtert.

Ausserdem kann man sich noch des übermangausauren Kalis, was Schrötter zuerst zur Bestimmung organischer Substanzen in Wasser vorgeschlagen, bedienen. Die deutlichste Reaction wird mit einer sehr verdünnten Lösung dieses Körpers von z. B. 1 Gramme in 1 Liter Wasser erzielt, und eine solche verwendet man am vortheilhaftesten auch zur Bestimmung des Rübensaftes, die folgendermaassen ausgeführt wird. Man verdünnt z. B. 2 C.C. des zu prüfenden Rübensaftes mit 20 C.C. Wasser, setzt etwas Schwefelsäure zu, erhitzt das Gemisch über einer Spirituslampe bis circa 60 Grad R. und tröpfelt nun unter Umrühren die in einer Bürette (Maassröhre) mit Quetschhahn befindliche Lösung des übermangansauren Kalis ein. Die chemische Wirkung des letztern in dem schwefelsäurehaltigen verdünnten Rübensafte erklärt sich leicht. Die Schwefelsäure des Gemisches macht die Uebermangansäure frei, welche als eine sehr sauerstoffreiche Säure (Mn_2O_7) den grössten Theil ihres Sauerstoffs an die organischen Substanzen des Saftes abgiebt, diese also oxydirt (bis auf einen gewissen Punkt), während sie selbst zu Manganoxydul (MnO) reducirt wird und als solches mit der freien Schwefelsäure sich vereinigt, so dass aus der vorher intensiv rothen Lösung in Folge dieser Desoxydation eine farblose Lösung von schwefelsaurem Manganoxydul entsteht. Diese Entfärbung der zugesetzten Lösung geschieht anfangs sehr rasch und ist so lange eine vollständige, als noch unoxydirte organische Stoffe im Safte vorhanden sind. Dann bleibt eineFleischfarbe constant durch längere Zeit und bei Rohsaft besonders nimmt man zugleich eine deutliche Ausscheidung von Flocken wahr. Letztere Merkmale nimmt man als Erkennungspunkt der vollendeten Oxydationen. Man liest dann die verbrauchten Cubik-Centimeter der Probelösung ab und berechnet nun

diejenige Menge übermangansauren Kalis, die zur Zersetzung der organischen Nichtzuckersubstanzen allein verwendet worden ist, da das übermangansaure Kali auch den Zucker oxydirt, und zwar erfordert 1 Gramme Zucker = 1800 C.C. obiger Mangansalzlösung. Es muss daher der Zuckergehalt der zu untersuchenden Säfte erst bekannt sein. Er betrüge z. B. 10 Proc. im Volum, so hätten 100 C.C. auch 18000 C.C. Probelösung zur Oxydation des Zuckers erfordert; 2 C.C. Saft daher 360,00 C.C., und wären z. B. 530 C.C. in Summa verbraucht worden, so kämen 170 C.C. übermangansauren Kalis auf Rechnung der Proteinsubstanzen. Diese Methode giebt bis jetzt noch keine sichere Auskunft über die absolute Menge der Proteinsubstanzen im Safte, sie gestattet nur eine vergleichende Uebersicht. Da ferner der Zuckergehalt bekannt sein muss, um davon in Abzug gebracht zu werden, so ist dadurch zu Irrthümern mehr Veranlassung geboten.

Ein anderes Reagenz auf Proteinverbindungen ist, nach Millen, die saure Flüssigkeit, welche man durch Auflösen des Quecksilbers in seinem gleichen Gewichte Salpetersäure mit $4^1/_2$ Theilen Wasser erhält. Diese Quecksilberlösung soll jenen Substanzen eine lebhafte rothe Farbe mittheilen, wodurch man leicht ein Hunderttausendstel Eiweiss erkennen kann. Ich habe dies Reagenz nie bei Rübensäften angewendet.

Die Menge der Proteinsubstanzen überhaupt variirt in den Rübensäften sehr nach Bodenbeschaffenheit, Düngung, Regenmenge etc. Sie variirt in den Rüben im Monat October von 0,004 (nach Michaelis) bis 1,1 Proc. (nach Payen und Anderen) und 1,35 Proc. (nach Dr. Grouven).

Man kann sich übrigens auch zur Bestimmung dieser Substanzen der gewöhnlichen Methode der Analyse organischer Substanzen bedienen, indem man den genau gewogenen (und eingedeckten) Saft, mit Natronkalk gemischt, in einem Verbrennungsrohre der trocknen Destillation überlässt. Das durch Zersetzung der stickstoffhaltigen erzeugte Ammoniak wird in einer Vorlage durch Schwefel- oder Oxalsäure aufgefangen und durch das Titrir-Verfahren leicht bestimmt.

Diese Analyse bleibt immer die zuverlässigste und sicherste.

Endlich kann man die in Rübensäften befindlichen organischen Säuren, Eiweiss- und Extractivstoffe summarisch durch die Differenz bestimmen, wenn man den Substanzgehalt des Saftes genau ermittelt hatte und die Summe des gefundenen Zucker- und Aschengehaltes davon in Abzug bringt.

Nach den im Früheren angegebenen Daten sind mithin im Rübensafte leicht zu bestimmen folgende Stoffe, die ungefähr in folgenden Mengen in 100 Theilen Saft enthalten sind:

Zucker	=	12,00 Proc.
Salze	=	0,72 „
Proteinsubstanzen	=	1,25 „
Wasser	=	86,03 „
		100,00 Theile Saft.

Eine Fabrik, die täglich 1000 Centner Rüben à 90 Proc. Saft = 900 Centner Saft verarbeitet, müsste demnach (900 . 0,72 =) 648 Pfd. Salze und (900 . 1,25 =) 1125 Pfd. organische, stickstoffhaltige Stoffe (Proteinsubstanzen) abscheiden neben der Menge Wasser, die dabei zu verdampfen ist.

Von jenen 648 Pfund Salzen absorbirt nun die Knochenkohle, wie weiter hinten detaillirt werden wird, nur circa 25 Proc. oder täglich 162 Pfund, es bleiben also noch 486 Pfund Salze dem Zucker beigemischt, ohne dass wir nach dem heutigen Stande der Industrie im Stande sind, sie mit geringen Kosten abzuscheiden.

Von den 1125 Pfund stickstoffhaltigen Verbindungen entfernt die Scheidung und Saturation circa 20 Proc. oder 225 Pfd. per Tag.

Von dem Reste mit 900 Pfund wurden circa 30 Proc. durch die Knochenkohle abgeschieden oder 300 Pfund, während die übrigen 600 Pfund entweder beim Kochen mit Kalk (resp. beim Verdampfen in den Apparaten) zerstört werden, unter Entwicklung von Ammoniak oder in die Füllmasse etc. mit übergehen, die sie dann klebrig, schmierig und fadenziehend machen.

Man ersieht daraus, wie gross die Abscheidung der fremden Stoffe in den Fabriken ist, und es beruht die Kunst der Behandlung der Rübensäfte fast einzig und allein auf der Entfernung derselben. Wir werden weiter hinten Betrachtungen anstellen über die Mittel, welche dem Fabrikanten für diesen Zweck zu Gebote stehen.

Wenn im Obigen nun auf die Menge Salze hingewiesen wurde, die im Rübensafte ist, so geschah dies nicht nur, weil sich diese Frage unstreitig zuerst aufdrängt, sondern auch und zwar hauptsächlich, weil wir noch nicht im Stande sind, die Beschaffenheit derselben rasch zu bestimmen. Wir wissen nur soviel, dass 70 bis 80 Proc. derselben aus Kali und Natron bestehen, und müssen uns im Uebrigen begnügen, mit einigen sehr mühsam zusammengestellten Analysen, wie sie

besonders von Michaelis veröffentlicht wurden. Er detaillirt die in 1000 Theilen Rübensaft gefundenen Mengen Nichtzuckers folgendermaassen:

a. Die Salze bestanden aus:

	bei Rüben aus		
		Magdeburg	Ungarn
1. Kieselsäure . . .	0,083	0,069	0,410
2. Chlor	0,173	0,279	1,656
3. Phosphorsäure . .	0,848	0,827	0,230
4. Oxalsäure	0,545	0,944	0,944
5. Citronensäure . .	1,743	0,785	0,758
6. Rübensäure (?) eine nicht genau bestimmbare Menge.			
7. Manganoxydul . .	0,031	0,019	0,003
8. Kalk	0,097	0,179	0,300
9. Eisenoxydul . . .	0,046	0,133	0,117
10. Magnesia	0,665	0,442	1,109
11. Natron	1,876	1,387	1,003
12. Kali	1,893	2,335	4,556
Summa . .	8,000	7,409	17,088 *).

*) Es dürfte nicht uninteressant sein, mit dieser Zusammensetzung des Rübensaftes die des Zuckerrohrsaftes zu vergleichen. — In den *Comptes rendus* (27. October 1862) theilt A. Girard eine von Peligot ausgeführte Analyse der Asche des Zuckerrohrsaftes mit. Demnach bestehen 100 Theile dieser Asche aus:

1 Kieselerde (Silice)	10,1	Proc.
2. Phosphorsauren Erden	21,2	„
3. Kohlensaurem Kalk	20,7	„
4. Schwefelsaurem Kalk	7,2	„
5. Kohlensaurer Magnesia	14,7	„
6. Kohlensaurem Kali	26,1	„
	100,0	Proc.

Da nun nach Peligot (*Recherches sur la composition chimique de la canne à sucre*, Paris 1840, p. 18) 1000 Theile Saft = 1,7 Theile Asche geben, so reduciren sich jene Substanzen auf 1000 Theile Zuckerrohrsaft ungefähr folgendermaassen:

1. Kieselerde	= 0,1707	Theile
2. Phosphorsaure Erden . .	= 0,3604	„
3. Kohlensaurer Kalk . . .	= 0,3519	„
4. Schwefelsaurer Kalk . .	= 0,1224	„
5, Kohlensaure Magnesia .	= 0,2499	„
6. Kohlensaure Pottasche .	= 0,4537	„
Summa .	= 1,7100	Theile für 1000 Safttheile,

während der Rübensaft 8 bis 17 Theile, also fünf bis zehn mal so viel davon enthält. Daraus ist sehr leicht ersichtlich, wie viel schwieriger die Fabrikation des Zuckers aus Runkelrüben ist, als die aus Zuckerrohr.

Die organischen Substanzen des Rohrsaftes werden (ibidem) zu 2,3 Theilen auf 1000 angegeben, während wir in Rübensäften 8 bis 12 haben. Peligot re-

b. Die Proteinsubstanzen bestanden aus:

Fett, Leim, Legumin, Eiweiss, schwarz werdende Substanz, orange Extractivstoff, gewöhnliche Extractivstoffe etc.

Michaelis fand davon in 1000 Theilen Saft:

Fett	. . . =	0,735
Leim	. . . =	1,154
Legumin	. . =	2,026
Eiweiss	. . =	1,358
Extractivstoff	=	3,000
		8,273
oder in 100 Theilen	=	0,827 Proc.

Ueber die Natur der eiweissartigen Stoffe, die in ihrem chemischen Verhalten sehr differiren, sind von Hochstetter Untersuchungen angestellt, deren Resultat bereits Seite 122 im Resumé mitgetheilt ist, weshalb ich mich hier beschränke, auf die dort gegebenen Auseinandersetzungen hinzuweisen.

Alle hier benannten Bestandtheile findet man nun in einem sehr von einander abweichendem Mischungsverhältnisse in den Rüben verschiedener Gegenden, Culturen etc., so dass sich darüber nur Allgemeines mittheilen lässt. Für den speciellen Fall bleibt stets eine genauere Untersuchung erwünscht, da sich in den Rüben zuweilen noch ganz andere Stoffe vorfinden, als die früher angeführten, und die daher nur als zufällige Bestandtheile derselben an gewissen Orten oder unter gewissen Bedingungen anzusehen sind. Zu diesen gehören:

Das Pectin, eine unter gewissen Umständen als Gallerte auftretende Substanz, die die Krystallisationsfähigkeit des Zuckers wesentlich beeinträchtigt. Man gewinnt dasselbe aus weissen oder gelben Rüben durch Digeriren mit Salzsäure. Gerbsäure fällt das Pectin aus den Lösungen.

Salpeter ist nur in salpeterhaltigen Böden oder bei Anwendung salpeterhaltiger Düngemittel in den Rüben zu finden. Man weist das

präsentirt die Zusammensetzung des Saftes von Zuckerrohr durch folgende Zahlen:

Zucker	 =	20,90
Salze	 =	0,17
Organische Stoffe	. . =	0,23
Feste Substanz		21,30
Wasser		78,70
		100,00

Vorhandensein nach, wenn man Rübensaft vergähren lässt und diese vergohrene Lösung dann eindampft. Aus der zurückbleibenden Mutterlauge schiesst der Salpeter in Krystallen an, oder man verkohlt den gänzlich eingedampften Rückstand, wobei der Salpeter eine lebhafte Verbrennung (Verpuffung) veranlasst (Hochstetter).

Asparagin im Rübensafte kann nachgewiesen werden, wenn man den Saft erst mit basisch essigsaurem Bleioxyd, das Filtrat dann mit überschüssigem Schwefelwasserstoff behandelt, das Schwefelblei entfernt und das wasserklare Filtrat zum Krystallisationspunkte verdampft. Das Asparagin krystallisirt daraus in ziemlich grossen, regelmässigen, stark lichtbrechenden, geraden rhombischen Säulen. Der Zusatz einiger Tropfen Ammoniak befördert das vollkommene Auskrystallisiren des Asparagins aus der Mutterlauge.

Auch kann man sich überzeugen, dass Asparagin nicht auf die Polarisation wirkte, wenn man die Zuckerlösung vergähren lässt bis 0 und dann wieder im Polarimeter untersucht. Ist keine Ablenkung zu finden, so war auch das frühere Resultat richtig. Eine Differenz hingegen müsste in Rechnung gezogen werden (Weiler).

Ausser diesen mögen unter gewissen Bedingungen vielleicht noch andere Stoffe (wie z. B. Mannit, Gummi etc.) in den Rüben gefunden werden, die jedoch für die praktische Fabrikation keine allgemeine grosse Bedeutung erlangt haben. Im Obigen ist indessen Alles das zusammengestellt, was für den Rübenzuckerfabrikanten von Interesse sein kann, da sich die rationelle Behandlung der Säfte stets auf eine möglichst vollständige Erkenntniss der darin enthaltenen Substanzen gründen muss. Sie ist so zu sagen die Basis, auf der jeder Fortschritt beruht, sie bildet den Ausgangspunkt aller ferneren Operationen.

Die Gewinnung des Zuckers aus dem Safte.

Die Eigenschaften und das Verhalten der Hauptbestandtheile des Rübensaftes im Laufe der Fabrikation.

1. Der Zucker ist im Rübensafte, so lange dieser eine normale Beschaffenheit hat, nur als krystallisirbarer Zucker (Rohrzucker) vorhanden, und wird nur durch anomale Einflüsse auf die Rübe (Frost, Keimung, Fäulniss) in unkrystallisirbaren Fruchtzucker verwandelt. Der aus Runkelrüben erzeugte Zucker, welcher in Form von Krystallzucker gewonnen wird, ist so vollkommen identisch mit dem aus dem Zuckerrohr erhaltenen, dass er sich nicht von diesem unterscheiden lässt. Er hat keinen Geruch, schmeckt angenehm süss, ist von weisser Farbe und löst sich in einem Drittheil seines Gewichtes kalten Wassers und in einem um so viel geringeren Gewichte warmen Wassers, als dessen Temperatur eine höhere ist. Bei langsamer Verdunstung des Wassers krystallisirt der Rohrzucker aus seiner Auflösung in grossen, schönen und regelmässigen Krystallen (Candis); bei rascher Verdampfung hingegen und gestörter Krystallisation (durch Rühren etc.) schiesst er in kleinen, reineren Krystallen an (Raffinade, Melis). Er löst sich ferner in dem 80fachen Gewichte siedenden Alkohols, krystallisirt jedoch grösstentheils während seiner Abkühlung wieder aus, so dass man ihn in absolutem kalten Alkohol als unlöslich betrachten kann.

Die Dichtigkeit des Rohrzuckers oder sein specifisches Gewicht ist ungefähr = 1,623, das des Wassers = 1 gesetzt. Seine chemische Zusammensetzung ist = $C_{12}H_{11}O_{11}$, d. h. er besteht aus 12 Aequivalenten Kohlenstoff, 11 Aeq. Wasserstoff und 11 Aeq. Sauerstoff.

Wird er in Lösung anhaltend bei hoher Temperatur gekocht, so verändert sich seine Krystallisationsfähigkeit nach und nach dermassen, dass nur ein grösserer oder geringerer Theil desselben (je nach der Dauer der Kochoperation) als Krystallzucker zu gewinnen ist. Eine Rohrzuckerlösung, die 48 Stunden lang bei hoher Temperatur und freiem Luftzutritt gekocht wurde, krystallisirte nicht mehr oder doch nur sehr langsam und schwach. Wird der Rohrzucker eine Zeit lang einer Temperatur von 180° R. ausgesetzt, so verliert er überhaupt die Eigenschaft zu krystallisiren, er verwandelt sich in amorphen Zucker. Sein chemisches und physikalisches Verhalten hat sich alsdann gänzlich verändert. Erhitzt man den Rohrzucker bis 220° R., so verliert er 2 Aeq. Wasser. Daher kann man seine Zusammensetzung auch durch die Formel $C_{12}H_9O_9 + 2$ aq. ausdrücken. Er wird dann zu einer stark dunkelbraunen Masse, dem Caramel, welcher nicht mehr süss schmeckt, aber sehr löslich in Wasser ist und demselben eine stark braune Färbung ertheilt. Fährt man fort den Caramel noch zu erhitzen, so verliert er mehr Wasser, und bildet sich zu einem schwarzen unauflöslichen Producte um. Endlich, wenn die Temperatur noch mehr erhöht wird, entbinden sich saure Dämpfe und brennbare Gase. Der ganze Rückstand ist dann schwarze, glänzende Kohle.

Versetzt man eine Rohrzuckerlösung mit irgend einer Säure, so verliert der Zucker seine Krystallisationsfähigkeit, indem er sich in unkrystallisirbaren Fruchtzucker umwandelt. Bei hoher Temperatur, z. B. bei Kochhitze, erfolgt diese Umwandlung viel rascher als bei gelinder Wärme, stets aber geschieht sie im Verhältniss der Menge der zugesetzten Säure; so werden z. B. 300 Thle. Rohzucker durch 1 Thl. Schwefelsäure erst nach 35 Stunden, durch 44 Thle. Säure aber schon nach 2 Stunden in Traubenzucker umgewandelt (Knapp). Nach vollendeter Umsetzung zeigt die Lösung im Polarisationsinstrumente eine Drehung nach links; während der krystallisationsfähige Zucker die Eigenschaft hat, eine Ablenkung nach rechts hervorzubringen.

Die Kohlensäure und Gerbesäure bilden jedoch Ausnahmen, sie wirken nicht metamorphosirend auf den Zucker ein. Zucker mit 1 Proc. reiner Gerbsäure in Lösung krystallisirt vollständig, wenn auch in kleinen, adstringirend schmeckenden Krystallen.

Salze wirken auf den Zucker sehr verschiedenartig. Nach Béchamp wirken kohlensaures Kali, Quecksilberchlorid, Kreosot, Chlorzink, Chlorcalcium etc. conservirend auf eine Zuckerlösung.

Der Zucker verbindet sich mit Basen wie Kali, Natron, Kalk, Baryt, Blei etc. und bildet damit in gewissen Fällen krystallisirte Salze, welche man Saccharate nennt, und die wenig oder gar nicht süss schmecken. — Wenn man in Wasser gelösten Aetzbaryt (Barytwasser) zu einer siedenden Zuckerlösung setzt, so verbinden sich Zucker und Baryt zu einer krystallinischen Masse ($BaO + C_{12}H_{11}O_{11}$), welche eine Temperatur von 200° R. erträgt, ohne sich zu zersetzen oder Wasser zu verlieren.

In diesem Zustande kann die Verbindung durch Waschen in Wasser von allen den Zucker verunreinigenden Substanzen befreit und durch kohlensaures Gas schliesslich wieder zersetzt werden. Der Zucker wird wieder löslich, und es schlägt sich kohlensaurer Baryt nieder, der durch Glühen wieder in Aetzbaryt verwandelt und so zur Bildung einer neuen Menge Barytsaccharat verwandt werden kann. Darauf gründet sich Dubrunfaut's Vorschlag, den Zucker aus den Rübensäften mittelst Baryt zu gewinnen — eine Methode, die zwar bei Versuchen im Kleinen quantitativ hohe Ausbeute geliefert, im Grossen aber theils ihrer Kostspieligkeit, theils auch der Gefahr wegen, ein mit dem giftigen Baryt verunreinigtes Product zu erhalten, sich bis jetzt als nicht für den allgemeinen Betrieb ausführbar herausgestellt hat.

Mit Kalk geht der Zucker zwei Verbindungen ein. Die eine erhält man, wenn man eine Zuckerlösung auf ein Uebermaass von gelöschtem Kalk giesst, wodurch eine Verbindung entsteht, welche in kaltem Wasser löslich, durch Filtration leicht zu erhalten ist.

Wenn man die so erhaltene Lösung bis zum Sieden erhitzt, so wird der grösste Theil der Verbindung gefällt, denn sie ist, merkwürdig genug, in der Wärme weniger löslich als in der Kälte. Man kann sie selbst mit heissem Wasser waschen und dann in kaltem wieder auflösen. Dies Saccharat enthält auf 3 Aeq. Kalk 1 Aeq. Zucker.

Die zweite Verbindung erhält man, wenn man Kalkhydrat einer concentrirten Zuckerlösung zusetzt, bis sich darin Nichts mehr auflöst, und dann Alkohol von 85 Proc. zusetzt. Diese Verbindung besteht aus 1 Aeq. Kalk und 1 Aeq. Zucker.

Die Menge des Kalkes in verschiedenen Zuckerlösungen wird weiter unten bei Kalk angegeben werden.

Der Einfluss des Kali auf Zucker wird unter Kali besprochen werden.

Reine Zuckerlösungen kommen von selbst nicht in Gährung. Reiner Zucker und reines Wasser halten sich in concentrirter Lösung ziemlich lange unverändert, und wenn Béchamp schon nach 30 Tagen eine deutliche Schimmelbildung beobachtet hat, so ist wohl anzunehmen, dass der zu diesem Versuche benutzte Zucker nicht chemisch rein, oder dessen Lösung sehr verdünnt war.

Die Gährung des Zuckers, d. h. die Umsetzung seiner Elemente zu neuen Verbindungen, geschieht immer nur durch Einfluss der sogenanten Fermente, d. h. gewisser stickstoffhaltiger, in Zersetzung begriffener Körper, welche eine eigenthümliche vegetative Organisation (Hefezellen) haben. Je nach Concentration, Temperatur, Art der einwirkenden Fermente u. s. w. tritt bei den Zuckerlösungen die weinige Gährung, die Milchsäuregährung, oder die schleimige Gährung ein, welche sich durch die Art ihres Verlaufs und durch die dabei erzeugten neuen Producte wesentlich unterscheiden.

Bei der gewöhnlichsten Art der Gährung, der Weingährung, verwandelt sich der krystallisirbare Zucker unter Einfluss des für die Erzeugung der Weingährung charakteristischen Ferments (der Bierhefe) zunächst vor factischem Eintritt der Gährung in ein Gemisch von Traubenzucker und Fruchtzucker, welche Umwandlung an der Abnahme des Polarisationsvermögens der Zuckerlösung und dem veränderten chemischen Verhalten derselben leicht erkannt werden kann. Erst nach dieser Metamorphose beginnt der eigentliche Gährungsact: das Zerfallen des Zuckers in Kohlensäure und Alkohol.

Die milchsaure Gährung entsteht vorzugsweise in neutralen Lösungen bei höherer Temperatur, und selbst bei concentrirteren Zuckerlösungen. Gegenwart von Kalk bei dieser Gährung giebt Veranlassung zur Bildung von milchsaurem Kalk. Die kleineren Zellen der Milchsäurehefe sollen sich durch das Mikroskop von denen der Bierhefe unterscheiden lassen (Siemens).

Beide Gährungsarten sind jedoch nicht absolut getrennte, ausser aller Verbindung mit einander verlaufende Processe, sondern pflegen einander zu begleiten. So pflegt bei jeder Weingährung auch eine geringe Menge Milchsäure erzeugt zu werden, während umgekehrt neben der Milchsäuregährung zugleich weinige Gährung stattfindet.

Die Schleimgährung, die seltenste der Gährungsarten, ist rücksichtlich der Bedingungen ihrer Entstehung noch nicht so genau erforscht, als die beiden anderen Arten. Sie kann nicht, wie diese, durch bestimmte Gährungsagentien (Hefen) erzeugt werden (Pasteur).

Mit fremdartigen, stickstoffhaltigen Substanzen geschwängerte Zuckerlösungen, wie die süssen Pflanzen- und Fruchtsäfte, kommen von selbst in Gährung, wenn sie in Berührung mit atmosphärischer Luft sind, die jede Gährung zu befördern geneigt ist durch eine Menge in mehr oder weniger vorgeschrittenem Umbildungsprocess begriffene organische Partikelchen in derselben. Diese Zersetzung des Zuckers ist zugleich von der Bildung von Mannit und einem gummiartigen Körper begleitet.

So wenigstens sucht man sich den Einfluss der Luft zu erklären, der fast ganz gehemmt wird, sobald man die Luft mittelst Filtration durch Baumwolle von jenen Partikelchen befreit hat.

Eine Temperatur zwischen 10° und 30° R. ist der weinigen Gährung am günstigsten, und letztere geht um so rascher vor sich, je weniger concentrirt eine Zuckerlösung ist, und um so mehr eiweissartige, stickstoffhaltige Substanzen sie enthält, die dem Fermente Stoffe von geeigneter Disposition zu bieten im Stande sind. Jeder Rübenzuckerfabrikant kann in der grossen Praxis die Erfahrung machen, dass Rüben von gedüngten Feldparzellen (die also mehr Proteïnkörper enthalten) rascher diesen zersetzenden Einflüssen unterliegen als andere Rüben, die, unter günstigeren Bedingungen cultivirt, weniger stickstoffreiche Substanzen enthalten. Daher wird denn auch die Zuckerfabrikation in schlechten Jahrgängen so schwierig, indem eine grössere Menge Proteïnkörper die Zersetzung des Zuckers in den Rüben sowohl während der Aufbewahrung, als auch in den Fabriken beständig anregen.

Die Zersetzung des Zuckers durch Gährung liefert nach Balling für 100 Thle. Zucker:

51,612	Alkohol
49,240	Kohlensäure
3,948	Milchsäure
Summa: 104,800.	

2. Der orange Extractivstoff kommt nach Michaëlis nur in Rübensäften vor, die aus Rüben von uncultivirtem Boden (oder in ungünstigen Jahrgängen?) gewonnen sind. Es waren Rüben aus Ungarn, deren Untersuchung Herrn Michaëlis diese Ueberzeugung beibrachte und woraus er schloss, dass das Vorkommen dieses Extractivstoffes weder allgemein noch beständig sei.

Ein Theil von diesem Extractivstoff wird im Verlaufe der Fabrikation in den Niederschlägen mit ausgefällt, welche man erhält durch Sättigung (Saturation) einer grossen Menge Kalkes mittelst Kohlensäure; der grösste Theil geht aber wohl in den Syrup mit über, da die Kno-

chenkohle für die Extractivstoffe nur wenig Absorptionsfähigkeit besitzt.

3. Die Kieselsäure verbindet sich mit Alkalien zu auflöslichen Verbindungen, welche durch überschüssiges Kali nicht verändert werden, aus denen aber durch im Ueberschusse zugefügten Kalk (mit dem sie sich lieber verbindet) die Kieselsäure zum Theil als unlöslicher kieselsaurer Kalk gefällt wird [1]), zum Theil gelöst im Safte bleibt.

Diese im Safte in Lösung gebliebene Kieselsäure scheint von der Knochenkohle theilweise absorbirt zu werden und in letzterer, falls sie nicht vollständig durch die Wäsche entfernt wurde, beim Glühen Veranlassung zu geben zur Bildung von Silicaten, welche schmelzend in die Poren der Kohle dringen und diese durch Verstopfen unwirksam machen. Dies scheint mir wenigstens in vielen schlechteren Fabriken mit ein Grund ihrer unvortheilhaften Ausbeuten zu sein.

Es ist eine auffallende Thatsache, dass, während neue Knochenkohle keine Kieselsäure enthält, in altem Spodium dieselbe oft über 3 Proc. beträgt, und dann die Wirkung der Kohle wesentlich beeinträchtigt.

Die Kieselsäure (ebenso wie die Phosphorsäure und Oxalsäure) scheint im rohen Rübensafte mit alkalischen Basen zu neutralen Salzen verbunden zu sein; durch den Zusatz des Kalkes bei der Scheidung verbinden sich diese Säuren grösstentheils mit dem Kalke zu Kalksalzen, und dadurch treten dann jene Alkalien, mit der die Säuren früher verbunden waren, als freie, ätzende Alkalien auf, die ungünstig auf den Zucker einwirken, wie ich bei den Betrachtungen über die Eigenschaften der Alkalien näher beleuchten werde.

4. Chlor kommt in gutem Rübensafte nur in geringer Menge an Alkalimetalle gebunden vor, übt daher auch wenig Einfluss, ausgenommen dann, wenn es in Verbindung mit Natrium als Chlornatrium (Kochsalz) in grösserer Quantität im Safte vorhanden ist. Dieses Salz tritt nämlich der Gewinnung des Zuckers sehr störend in den Weg, da es immerhin einen proportionalen Theil Zucker ungewinnbar macht und weder durch die jetzige Scheidungsmethode noch durch Knochenkohle aus der Lösung entfernt werden kann. Der Zuckerfabrikant ist daher diesem Stoffe gegenüber ohnmächtig.

Michaëlis empfiehlt, bei der Scheidung des Saftes Chlor in der

[1]) Die Analysen des Scheideschlammes haben bis jetzt keine Kieselsäure in letzterem nachgewiesen.

Form von Chlorcalcium zuzusetzen, um die vorhandenen Alkalien in Chloralkalien zu verwandeln, die weniger schädlich auf den Zucker einwirken, als die freien Alkalien. Einen zersetzenden Einfluss üben die Chloralkalien wohl nicht auf den Zucker aus, sie hindern aber doch die Krystallisation desselben in nicht unbedeutendem Grade.

5. Phosphorsäure wird bei der Scheidung an Kalk gebunden, und als phosphorsaurer Kalk gefällt, wie die Analysen des Scheideschlammes nachweisen. Sie hinterlässt fast alle mit ihr in Verbindung gewesenen Basen (Alkalien) als freie ätzende im Safte.

6. Oxalsäure. Verbindet sich mit den Alkalien zu auflöslichen Verbindungen, die durch eine hinreichende Menge Kalk gänzlich zerlegt werden, indem sich der Kalk mit der Oxalsäure zu unlöslichem oxalsauren Kalk verbindet.

7. Citronensäure geht mit den Alkalien auflösliche Verbindungen ein, die weder durch überschüssige Alkalien verändert noch durch überschüssigen Kalk gefällt werden.

Die reine Citronensäure krystallisirt in rhombischen Prismen, ist bei 15° in ihrem gleichen Gewicht, und bei 100° in der Hälfte ihres Gewichtes Wasser löslich, in Alkohol schwer, in Aether unlöslich. Ihre wässerige Lösung schimmelt leicht (Muspratt).

8. Manganoxydul, 9. Eisenoxydul, 10. Magnesia } werden bei der Scheidung grösstentheils als unlösliche Verbindungen ausgeschieden.

11. Der Kalk ist für die Rübenzuckerindustrie von grosser Wichtigkeit, da er ein kräftiges Schutzmittel für den Zucker bildet. Er neutralisirt nämlich die fermentirende Einwirkung der Proteïnstoffe des Rübensaftes, die, wie wir schon früher gesehen, den krystallisirbaren Zucker zunächst in unkrystallisirbaren Fruchtzucker zu verwandeln, dann aber sein Zerfallen in neue Körper (Gährungsproducte) einzuleiten trachten. Kalk verändert die chemische Natur dieser Proteïnstoffe, zersetzt sie, während er auf den krystallisirbaren Zucker nicht verändernd einwirkt.

Der Kalk ist in ungefähr 725 Thln. kalten und 1300 Thln. heissen Wassers löslich. Mit dem Zucker geht er Verbindungen ein, die theils löslich, theils unlöslich sind. Daher löst sich denn auch mehr Kalk in Zuckerlösungen als in Wasser, und zwar um so mehr, je grösser der Zuckergehalt der Lösung ist.

Peligot giebt über die Kalkmengen, welche von Zuckerlösungen verschiedenen Gehalts aufgenommen werden können, folgende Tabelle:

Zucker in 100 Theilen Wasser gelöst.	Angaben der Spindel in der mit Kalk gesättigten Zuckerlösung.	100 Gewichtstheile des gelösten Zuckerkalkes enthielten Gewichtstheile	
		Kalk.	Zucker.
40	40	21	79
37,5	39,5	20,8	79,2
35	37,2	20,5	79,5
32,5	36	20,3	79,7
30	33,8	20,1	79,9
27,5	32	19,9	80,1
25	29,8	19,8	80,2
22,5	27,2	19,3	80,7
20	24,7	18,8	81,2
17,5	23	18,7	81,3
15	20	18,5	81,5
12,5	15	18,3	81,7
10	12,7	18,1	81,9
7,5	10	16,9	83,1
5	6,5	15,3	84,7
2,5	3,5	13,8	86,2

Beim Erhitzen einer solchen Zuckerkalklösung scheidet sich ein basisches Kalksaccharat in eiweissähnlichen festen Flocken aus, während in der Flüssigkeit ein in demselben Verhältnisse zuckerreicherer Zuckerkalk gelöst bleibt. Durch Filtration der heissen Lösung lässt sich die ausgeschiedene Verbindung gewinnen. Sie besteht aus 3 Aeq. Kalk und 1 Aeq. Zucker, oder 84 Gewichtsthln. Kalk und 171 Gewichtstheilen Zucker, und ist weder in heissem noch in kaltem reinen Wasser, wohl aber bei Temperaturen unter 45° R. in zuckerhaltigem Wasser löslich. Lässt man die Zuckerkalklösung, aus der sich dieses unlösliche Kalksaccharat in der Hitze abgeschieden, erkalten, ohne letzteres abzufiltriren, so löst sich der Niederschlag wieder in der überstehenden Flüssigkeit, und es entsteht wieder eine klare homogene Lösung von dem ursprünglichen Kalk- und Zuckergehalte.

Dieses Verhalten von Zuckerlösungen zum Kalke ist für die Praxis von höchster Wichtigkeit, indem es theils Aufschluss giebt über manche bei der Scheidungs- und Saturationsarbeit auftretende Erscheinungen,

sowie Fingerzeige über die dabei zu befolgenden Regeln, theils aber auch, vorzüglich in neuester Zeit, mit Veranlassung gegeben hat zur Modificirung oder vollständigen Umänderung des bisher üblichen Scheideverfahrens.

Die Möglichkeit, aus Zuckerkalklösungen ein unlösliches Kalksaccharat abzuscheiden, veranlasste Peligot zu dem Versuche, den in der Melasse noch in grosser Menge befindlichen krystallisirbaren Zucker mittelst Kalk auszufällen, und derselbe giebt an, auf diese Weise 20 Proc. des Rohrzuckergehalts der Melasse wirklich erhalten zu haben.

Der Kalk muss nach obigen Ausführungen im geschiedenen Rübensafte in dreierlei Gestalt vorhanden sein, nämlich

a) in Wasser gelöst,
b) an Zucker gebunden als Zuckerkalk,
c) an Säuren gebunden als Kalksalz.

Auf Fruchtzucker wirkt der Kalk (die Alkalien jedoch in noch höherem Grade) zersetzend ein, so dass eine fruchtzuckerhaltige Lösung sich beim Erhitzen mit Kalkhydrat bräunt. Daher resultiren denn auch geschiedene Säfte von dunkler Farbe, wenn in den Rüben gegen das Frühjahr hin eine Umwandlung des Zuckers stattgefunden hat. Diese Erscheinung tritt in derselben Jahreszeit so viel deutlicher hervor, als mehr Kalk zugegen war, und daher sagen die Praktiker oft: „Zu viel Kalk macht dunkle Scheidesäfte!"

12. Natron
13. Kali
}. Diese beiden Alkalien, welche — wie aus den früher mitgetheilten Analysen sowohl, als auch aus Hochstetter's Angaben, nach denen sie 70 bis 80 Proc. der ganzen Asche des Rübensaftes betragen, hervorgeht — die grösste Menge des „Nichtzuckers" unorganischen Ursprungs ausmachen, treten bei der Scheidung, durch den Zusatz von Kalk, der die Säuren bindet, im freien ätzenden Zustande im Safte auf und wirken in dieser Form zerstörend auf den Zucker.

Beim Kochen mit grösseren Mengen dieser alkalischen Basen, z. B. 10 Proc. des Zuckers, färbt sich eine reine Zuckerlösung gelblich bis gelb nach meinen Versuchen (die mit vollkommen reiner Raffinade angestellt wurden), obschon man in vielen Lehrbüchern angegeben findet, dass die Lösung des krystallisirbaren Zuckers dabei farblos bliebe.

Die Wirkung dieser Alkalien in ihrem ätzenden Zustande auf Zucker findet man sehr verschieden angegeben. Nach Michaëlis macht Aetzkali, in Rübensäften bis 70° R. erwärmt, die Polarisation

von 1 Proc. Zucker verschwinden, und selbst nach der Sättigung desselben durch eine Säure verlieren noch 0,4 Proc. Zucker die Eigenschaft, nach rechts zu polarisiren. Erhitzt man eine solche Lösung bis 80°, so verlieren nach ihm 0,6 Proc. Zucker diese Eigenschaft, woraus zu folgern ist, dass der Zucker eine Veränderung erleidet, die ihn leichter zerstörbar macht. — Dies ist die Beobachtung, auf die Michaëlis sein Scheidungsverfahren basirte. — Wie dem auch sei, so müssen doch die verschiedenen Formen, in denen diese Alkalien im Safte vorhanden sind, einen verschiedenartigen Einfluss derselben bedingen.

Werden die Alkalien nämlich durch Zusatz von Säuren wieder in neutrale Salze verwandelt, so üben einige derselben keinen zersetzenden oder verändernden Einfluss mehr auf den Zucker, ausser dass sie seine Krystallisation in etwas beeinträchtigen.

Ueber die Einwirkung der Alkalien in Form von Salzen auf den Zucker herrschen nun aber die verschiedensten Ansichten, und wir müssen gestehen, dass dieser Punkt noch keineswegs so studirt worden ist, wie er es unstreitig im Interesse der Rübenzuckerfabrikation verdient. So z. B. wird schwefelsaures Kali oft als sehr schädlich für die Krystallisation des Zuckers angegeben, und doch ist es Thatsache, dass reiner Zucker aus seiner Lösung, zu der 10 Proc. schwefelsaures Kali gefügt wurden, in der Kälte vollständig und mit rein weisser Farbe auskrystallisirte. Wenn indessen beide Angaben, die sich scheinbar widersprechen, gemacht werden, so können sie nichtsdestoweniger sehr richtig sein, da schwefelsaures Kali nur in der Wärme über 50° so schädlich auf den Zucker wirkt, während es in der Kälte keine Saccharatbildung veranlasst. Aus diesem Beispiele möge erhellen, dass die Salze bei verschiedenen Temperaturen verschiedene Wirkungen auf die Zuckerlösungen haben, und dass wahrscheinlich die Concentration der letzteren auch einigen Einfluss ausüben. Beide Daten sollten also bei derartigen Versuchen stets angeführt werden, um von vornherein falschen Schlussfolgerungen zu begegnen.

Nach den von mir darüber angestellten Versuchen hat sich das phosphorsaure Kali in allen Temperaturen und Concentrationen als die günstigste Verbindung für die Farbe, die Vollständigkeit der Krystallisation und den Geschmack des Zuckers herausgestellt.

Ich nahm 10 Thle. Raffinade und 1 Thl. Aetzkali (welches Mischungsverhältniss in schlechten Rübensäften annähernd vorkommt) und liess zur Vergleichung der Krystallisation 1) reines Aetzkali,

2) dasselbe durch Salzsäure neutralisirt und 3) dasselbe durch Phosphorsäure neutralisirt in offenen Gefässen stehen.

Die mit reinem Aetzkali versetzte Zuckerlösung krystallisirte in der Kälte sehr langsam; die Masse wurde ganz klebrig, gelb und nahm den Charakter sehr schlechter Füllmasse an, aus der nur circa 40 Proc. krystallisirten, daher 6 Thle. Zucker durch 1 Thl. Kali an der Krystallisation verhindert waren.

Beim Aufkochen (Scheidung) wurde die weisse Lösung ebenfalls dunkel. Sie kochte schwer und hoch mit einer Menge kleiner Blasen, die sich hoch über einander thürmten, als wolle die Flüssigkeit überkochen.

Die Krystallisation der nur einmal aufgekochten Lösung ging so rasch wie in der Kälte von Statten, doch war die Masse zähe, klebrig, schmierig, und verhinderte eine freiere, raschere Krystallisation.

Dieselbe Menge Zucker und Aetzkali (wie im obigen Versuche) durch Salzsäure neutralisirt, krystallisirte bei niederen Temperaturen in grossen Krystallen, aber nicht vollständig, es blieb beständig ein Theil Mutterlauge, die jedoch höchstens 2 bis 3 Thle. Zucker auf 1 Thl. Kali betragen mochte.

Bei dem Aufkochen blieb es heller in Farbe, wie auch beim Eindicken bis zur Füllmasse, wo die Farbe gelb war; die Lösung kochte blasig, aber besser wie die reine Aetzkalilösung.

Einmal mit Aetzkali aufgekocht und nachher das Aetzkali durch Salzsäure neutralisirt, zeigte die Masse allerdings eine grössere Dünnflüssigkeit als die freies Aetzkali enthaltende Masse des vorigen Versuchs. Der Krystallisation überlassen, schossen weniger grosse Krystalle an.

Grössere Mengen Chlorkalium sollen nach Anthon's Versuchen in der Kälte sowohl als Wärme krystallisationshindernd einwirken. — Chlornatrium soll in der Kälte keinen, wohl aber in der Wärme grossen Einfluss (und zwar schädlichen) auf die Krystallisation des Zuckers ausüben.

Dasselbe Verhältniss von Zucker und Aetzkali, das durch Phosphorsäure neutralisirt wurde, veranlasste in der Kälte eine vollständige Krystallisation, wenn auch von etwas kleineren Krystallen; die Masse blieb rein weiss und schmeckte vorzüglich. Der herbe, unangenehme Geschmack des Aetzkalis oder der salzige des Chlorkaliums war gänzlich verschwunden. Dieser gute Geschmack scheint mir denn doch bei

der Darstellung eines Stoffes, dessen Zweck die Versüssung der Speisen ist, grosse Beachtung zu verdienen.

Nach einem einmaligen Aufkochen der Zuckerlösung mit Aetzkali und nachheriger Neutralisation mit Phosphorsäure war die Krystallisation am raschesten und schönsten von diesen drei Versuchen.

Durch genaue und öftere Polarisation glaube ich zu dem Resultate gekommen zu sein, dass nach Neutralisirung des Kalis durch reine Phosphorsäure der Zucker beim Aufkochen nicht sehr leidet und kein Verlust der Polarisation zu constatiren ist, ja dass selbst nach dem Einkochen der Füllmasse von 100 Thln. Zucker höchstens 0,5 Proc. nicht durch Polarisation nachgewiesen werden können; dass dabei die Farbe bedeutend heller bleibt, als bei allen anderen Verbindungen des Kalis, dass ferner auch der Geschmack der angenehmste bleibt.

Für den praktischen Rübenzuckerfabrikanten erscheint mir demnach die Ueberführung der Alkalien in phosphorsaure Alkalien die vortheilhafteste Weise zu sein, dem schädlichen Einflusse der Alkalien zu begegnen. — Wohl bietet die Eigenschaft der Phosphorsäure, sich lieber mit Kalk, als mit den Alkalien zu verbinden, wornach man nur die Wahl hätte, entweder kalkfreie Säfte oder keine phosphorsauren Alkalien zu versieden, grosse praktische Schwierigkeiten, die bei früheren Versuchen (durch Schimmelbildung bei den zweiten Producten) in anderen Fabriken das Verfahren fast in Misscredit gebracht haben; aber mir scheinen diese Schwierigkeiten keineswegs unüberwindlich zu sein, und ich bin der Meinung, dass das Verhalten der phosphorsauren Alkalien zu Zucker des sorgsamsten Studiums der Rübenzuckerfabrikanten würdig ist.

Ich führe nur noch an, dass eine Zuckermasse, die mit Aetzkali in der Kälte ein Jahr lang nicht krystallisirte, diese Fähigkeit nach der Neutralisation mittelst Phosphorsäure wieder erlangte.

Indem wir im Früheren die wichtigsten Verbindungen der Alkalien betrachteten, erlaube ich mir nur noch aus Anthon's Untersuchungen die interessante Thatsache anzuführen, dass wenn 100 Thle. Zucker und 25 bis 50 Theile Natronsalpeter zusammen kalt gelöst werden, der Zucker vollständig krystallisirt, und nur eine der lösenden Wassermenge proportionale Quantität desselben in Lösung bleibt, ohne Saccharatbildung. 100 Thle. Zucker und 9 bis 20 Thle. Kalisalpeter dagegen krystallisiren ohne Saccharatbildung weder in der Kälte noch in der Wärme bei 50 bis 60° R.

Ueber die Menge Alkalien, die in verschiedenen Fällen von der Knochenkohle aufgenommen werden können, werden wir in einem besonderen Abschnitte Betrachtungen anstellen.

Von den Proteïnsubstanzen ist das Eiweiss das bekannteste, es gerinnt beim Erhitzen; da es aber gleich den übrigen Proteïnsubstanzen in alkalischen Flüssigkeiten löslich ist, so leuchtet ein, dass es gewöhnlich in geschiedenen Säften noch vorhanden sein muss, wenn nicht die Alkalien des letzteren durch eine Säure neutralisirt wurden.

Auch Zuckerkalk hält Proteïnsubstanzen in Lösung, aus der sie dann bei Zersetzung des Zuckerkalkes durch Kohlensäure abgeschieden und von dem Niederschlage des kohlensauren Kalks mit niedergerissen werden (Michaëlis).

Beim Kochen mit alkalischen und erdalkalischen Basen (Kali und Kalk) werden die Proteïnsubstanzen selbst in niederen Temperaturen zersetzt, wobei sich Ammoniak bildet.

Mit Gerbstoff (Lösung von Tannin oder Galläpfelauszug) bilden, wie schon früher erwähnt, die Proteïnstoffe schwerlösliche Verbindungen, die selbst in sehr verdünnten Lösungen noch entstehen, so dass die Gerbsäure ein ausgezeichnetes Reagenz auf Proteïnstoffe abgeben kann.

Basisch-essigsaures Bleioxyd fällt die Proteïnstoffe ebenfalls theilweise; auch Chlorgas soll eine schwache Abscheidung derselben hervorrufen.

Die durch Oxydation schwarz werdende Substanz giebt mit Galläpfeltinktur keinen Niederschlag, wohl aber mit salpetersaurem Silber einen solchen von gelblicher Farbe, der später grau wird. Sie reducirt, der Trommer'schen Kupferprobe unterworfen, selbst bei 80° R. nicht das Kupferoxyd zu Kupferoxydul, gehört nicht zur Classe der Proteïnsubstanzen, ist leicht löslich in Ammoniak und Kali, und kann sowohl durch grosse Mengen Kalk gefällt, als auch von guter Knochenkohle absorbirt werden.

Der Extractivstoff reducirt, der Trommer'schen Kupferprobe unterworfen, schon bei 40° bis 50° R. das Kupferoxyd zu Oxydul. Diese Eigenschaft kann demselben jedoch durch Kochen mit Kalk und Wiederausfällung des letzteren entzogen werden (Michaëlis). Ein grosser Theil des Extractivstoffes geht wohl mit in den Syrup über, obschon man annehmen kann, dass er mit alkalischen Basen erhitzt ebenfalls

Zersetzung erleidet, wobei Ammoniak gebildet wird. Leider lässt sich der Extractivstoff nicht gesondert darstellen, sein Verhalten also auch nicht leicht prüfen.

Obschon Pectin nach Michaëlis im Safte reifer unverdorbener Rüben nicht vorhanden sein soll, so lässt sich doch annehmen, dass dasselbe, erzeugt aus dem Rübenmarke durch gewisse in der Praxis wohl mögliche Einflüsse, aus letzterem auch in die Säfte übergehen kann. Bilden sich doch beim Kochen des Rübenmarkes mit Alkalien Pectinsäureverbindungen (mit Natron z. B. pectinsaures Natron), aus welchen durch Ansäuern die Pectinsäure als eine gallertartige Masse erhalten wird; es kann also auch unter ähnlichen (freilich abnormen) Verhältnissen Pectinsäurebildung, z. B. in der Scheidepfanne, stattfinden in Folge der Einwirkung des Alkaligehalts des Scheidesaftes auf etwa mit in den Saft gelangte Rübenzellenpartikelchen.

Durch Gerbestoff lässt sich auch Pectin in unlösliche Verbindungen überführen.

Die Scheidung des Saftes.

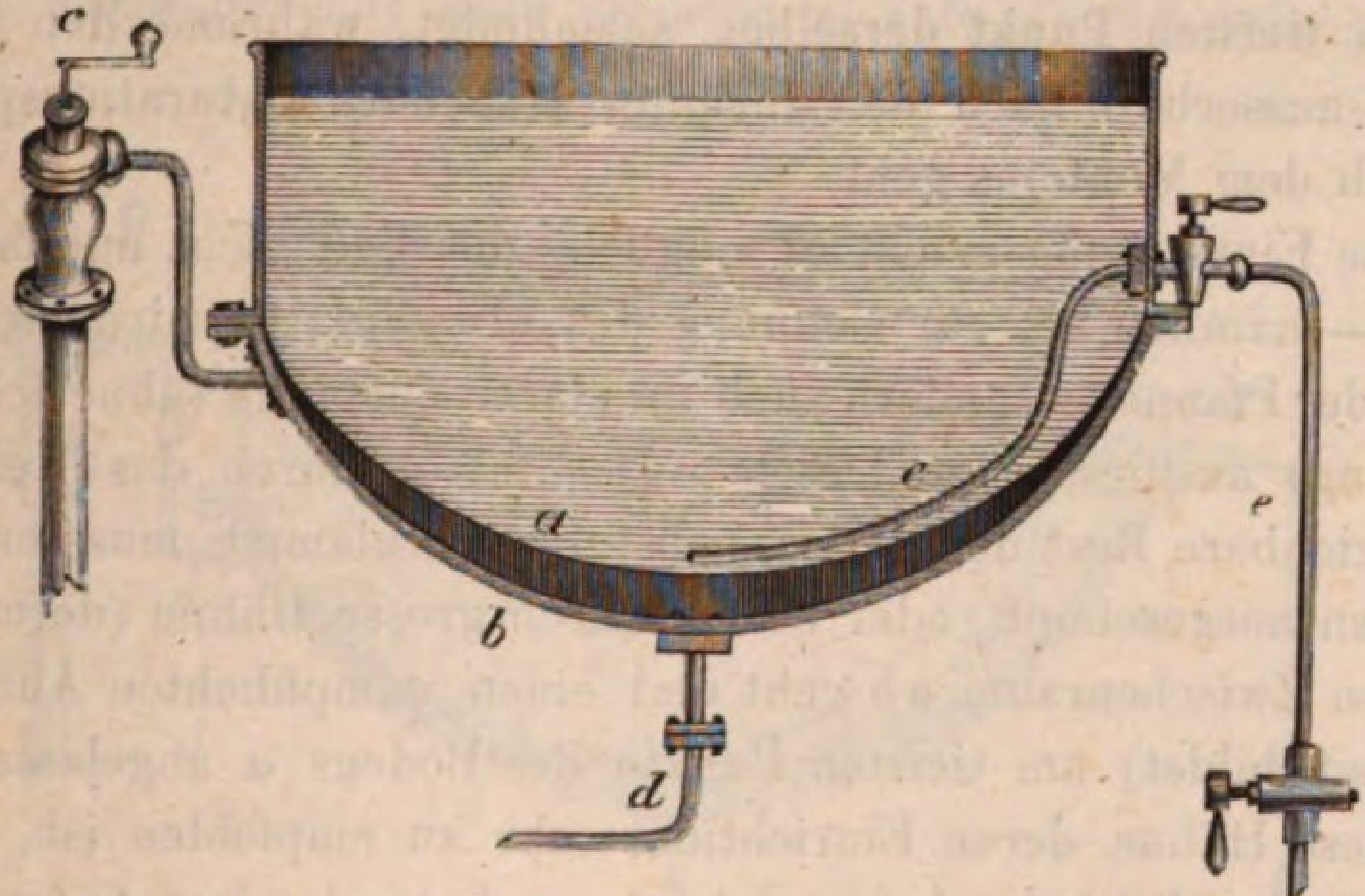
Wir haben in den vorhergehenden Capiteln Betrachtungen über die Menge und Verschiedenartigkeit der den Zucker im Rübensafte begleitenden fremden Substanzen, „des Nichtzuckers", angestellt und haben ferner gesehen, dass viele derselben einen schädlichen Einfluss auf den Zucker ausüben und dessen Gewinnung erschweren. Der Zweck der Fabrikation: Gewinnung des Zuckers in krystallisirter, reiner Form aus dem Rübensafte bedingt also die Entfernung der den Zucker im Safte begleitenden Substanzen.

Diesen bestimmt und klar vorgezeichneten Zweck sucht man nun durch verschiedene theils chemische, theils mechanische Operationen, denen der gewonnene Saft unterworfen wird, zu erreichen, ohne jedoch, wie wir im Folgenden sehen werden, damit vollständig zum Ziele zu kommen. Die erste dieser Operationen ist die Scheidung des Rübensaftes, die in einer Behandlung desselben mit Kalkhydrat besteht.

Es dienen dazu die sogenannten Scheidepfannen oder Scheidekessel, deren Einrichtung sich aus Fig. 103 ergiebt.

Der Saft fliesst in diese Gefässe gewöhnlich direct aus den Saftgewinnungsapparaten (Pressen, Maceratoren, Schleudern etc.), und wird darin angewärmt, indem in dem Zwischenraum der beiden Schalen *a* und *b* (den „Doppelboden" Fig. 103) Dampf von hoher Spannung und Temperatur durch das Ventil *c* gelassen wird. Der obere halb-

Fig. 103.



kugelförmige Bodentheil *a* ist vortheilhaft von Kupferblech, weil ein kupferblechener Boden weit dünner als ein eisenblechener oder gusseiserner von gleicher Haltbarkeit angefertigt werden kann; also die Wärme des Heizdampfes leichter durchlässt, den Saft rascher anheizt, den Dampf vollständiger ausnutzt. Der äussere grössere Bodentheil *b* hingegen ist nicht nur der grösseren Billigkeit halber, sondern auch deswegen von Gusseisen, damit dasselbe als dickeres Metall die Wärme des Dampfes nicht so leicht nach Aussen durchlasse. — Da sich nun der Dampf an dem mit kaltem Saft in Berührung stehenden Boden *a* bald condensirt, und das entstandene Condensationswasser in dem Zwischenraume zwischen *a* und *b* sich ansammeln würde, so ist zur Verhütung einer solchen Ansammlung das Rohr *d* am tiefsten Punkte des äusseren Bodens angebracht, damit dort das Wasser sich stets entleeren und frischer Dampf den Zwischenraum der Böden erfülle. — Um das Wasser stets in proportionaler Menge seiner Bildung fortzuführen, bedient man sich der sogenannten Automaten, welche wir in einem besonderen Abschnitte weiter hinten näher beleuchten wollen.

Auf die Flantschen (Ränder) des Bodens *a* ist noch ein gerader cylindrischer Aufsatz „Zarge" geschraubt, um den Inhalt des Kessels zu vergrössern. Man fertigt die Zarge gewöhnlich aus Kupfer

an, obschon gar kein Grund vorhanden ist, dieselbe nicht aus dem weit solideren und billigeren, ja zweckmässigeren Eisen herzustellen.

Der Ausfluss des Saftes aus der Pfanne nach vollendetem Scheidungsprocesse wird gewöhnlich durch das Rohr *ee* bewerkstelligt, das einen Heber darstellt, dessen kürzerer Schenkel in die Pfanne, dicht über den tiefsten Punkt derselben ausmündet, während der längere Schenkel ausserhalb nach den darunter stehenden Saturationspfannen oder nach dem Montejus geht.

Diese Einrichtung macht es möglich, den Saft nicht nur fast vollständig — nämlich bis zur Oeffnung des etwas platt gedrückten Rohres *e* in der Pfanne — sondern auch im klaren Zustande (ohne Schlammmitführung) ausfliessen zu lassen. Der letzte durch das Heberrohr nicht abziehbare Rest des Saftes nebst dem Schlamme muss entweder mit Kellen ausgeschöpft, oder besser durch grosse Hähne (deren Hülse durch den Zwischenraum *ab* geht und einen dampfdichten Abzug der Flüssigkeit bildet) am tiefsten Punkte des Bodens *a* abgelassen werden. Diese Hähne, deren Einrichtung sehr zu empfehlen ist, da der Schlamm oder Rückstand der Scheidung dadurch ohne Aufwand von Arbeitskraft in die Beutel zum Abtropfen gelassen werden kann, ersetzt man in neuerer Zeit vortheilhaft durch Kautschukschläuche, die aussen am Boden *b* an einer aus *a* dampfdicht durch den Doppelboden führenden Hülse befestigt und durch eine starke eiserne Klemme, ähnlich den Quetschhähnen an Mohr's Pipette (siehe im früheren Capitel), zusammengehalten werden. Beim Oeffnen der Klemme öffnet sich auch der Schlauch und lässt den Schmutz der Scheidepfanne dahin fliessen, wohin der Arbeiter den beliebig langen Schlauch dirigirt.

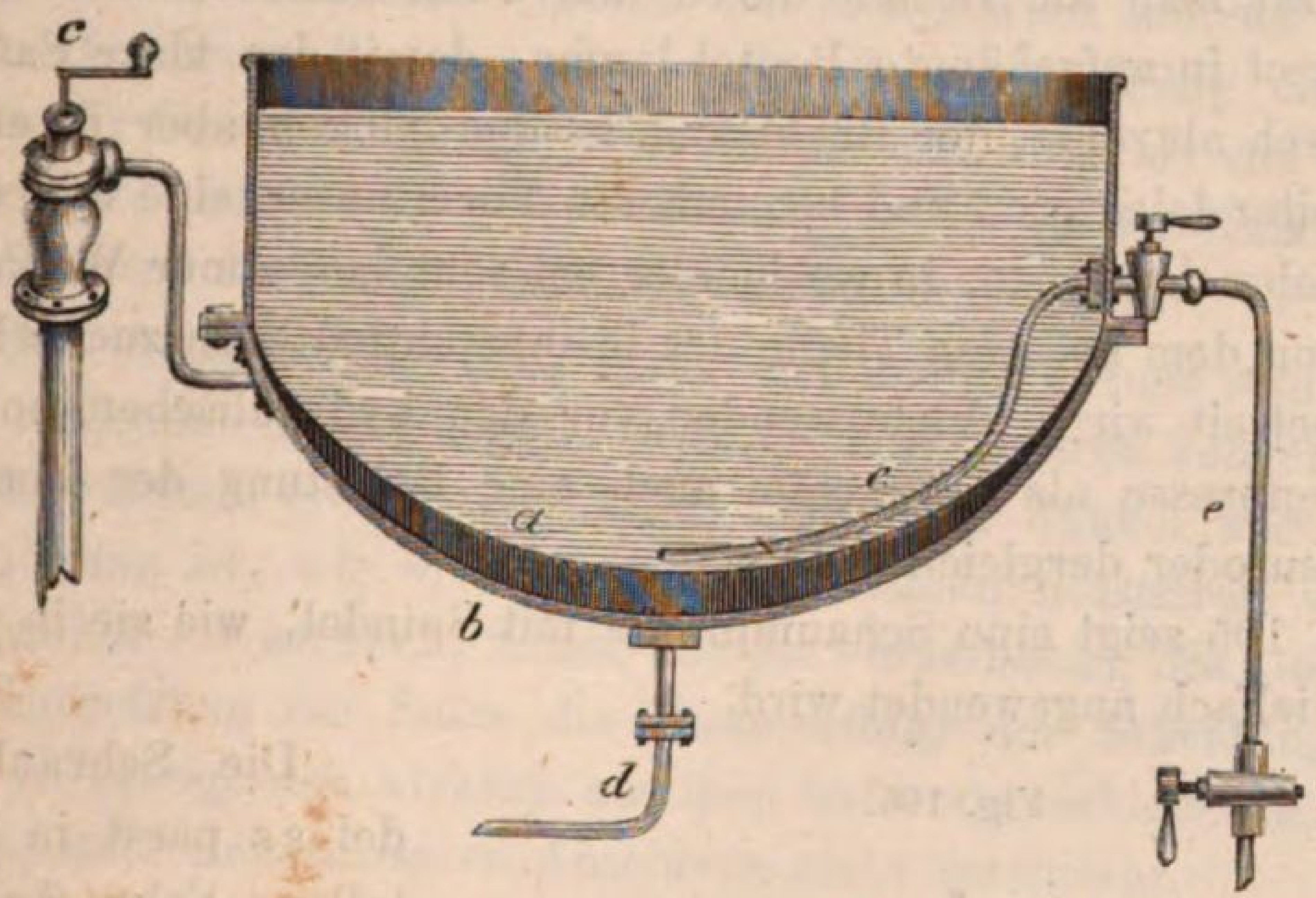
Diese Dichtungsmethode bietet zugleich den Vortheil, dass Steine, Sand etc., nicht mehr wie früher Küken und Gehäuse des Krahns beschädigen können, der Mechanismus mithin immer in Ordnung und der Verschluss dicht ist.

Die Scheidungsoperation selber wird nun folgendermaassen ausgeführt. Sobald der Kessel bis über den obersten Theil des Bodens *a* mit Saft gefüllt ist, lässt man Dampf in den Doppelboden einströmen, während ununterbrochen roher Rübensaft bis zur bestimmten, abgemessenen oder abgeaichten Höhe zufliesst.

Ist die erste Pfanne bis zu jenem Merkmale, welches einen bestimmten Rauminhalt der Pfanne bezeichnet, mit Saft gefüllt, so schliesst man den diese Pfanne speisenden Saftzuflusshahn und lässt den Saft

in die nächstfolgende Scheidepfanne strömen. Man beobachtet nun an einem in der ersten gefüllten Pfanne hängenden Thermometer die Temperaturerhöhung des Saftes und setzt, sobald letzterer auf 65° bis 72° R. angewärmt ist, Kalk in Form von Kalkmilch nach dem Kalkzusatze unter stetem Umrühren behufs möglichst grosser Vertheilung. Das Dampfventil *c*, Fig. 104, wird geschlossen und nur wenig wieder geöffnet, damit der mit Kalk vermischte Saft möglichst langsam bis

Fig. 104.



zum Siedepunkte komme. Tritt aber letzterer (durch ein Aufwallen kenntlich) ein, dann schliesst man den Dampfhahn ganz, indem bei dieser Temperatur der Kalk den höchsten Grad der Wirkung erreicht hat.

Nach der Zugabe des Kalkes entstehen grobe Flocken im Safte, die nach der Oberfläche desselben steigen, und dort eine Schaumdecke bilden.

Die erste Bewegung dieser Decke geschieht gewöhnlich bei 70° R., wenn der Kalkzusatz normal war; bei höherer Temperatur (über 70° R.) dagegen, wenn der Kalkzusatz zu gross, bei niederer (unter 70° R.), wenn er zu klein war. Zugleich wird die auf dem Safte liegende Schaumdecke jetzt compact, zusammenhängend, sowie dunkler gefärbt.

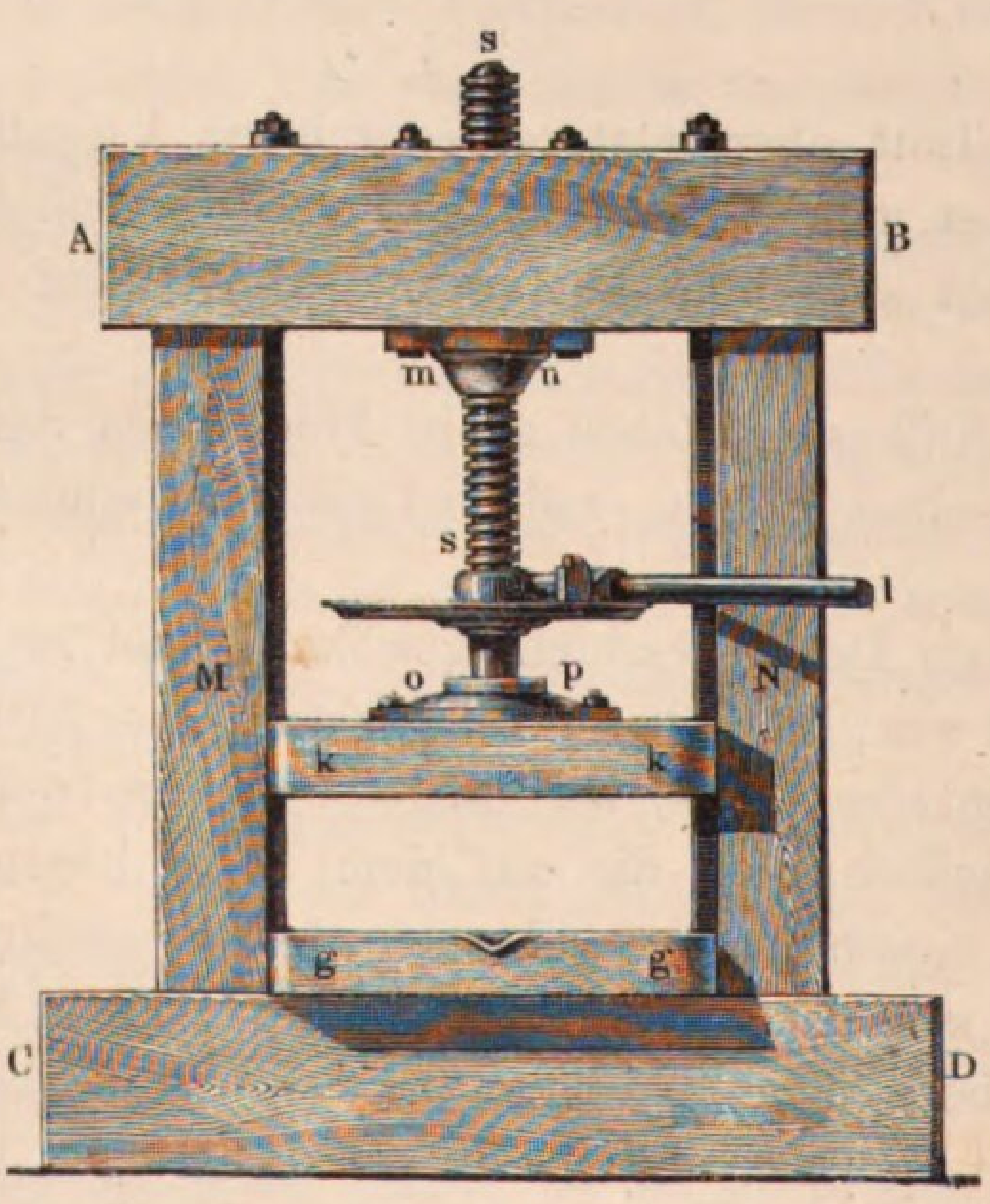
Der klare Saft befindet sich darunter, und kann nach einigen Minuten Ruhe durch das Heberrohr *e* abgezogen werden. Die obere Schaumdecke sinkt dann mit hinunter und bleibt auf dem Boden liegen, da man nur den klaren Saft durch das Heberrohr *e* laufen lässt, und den Hahn sofort schliesst, wenn die Flüssigkeit trübe wird.

Auch beim Oeffnen des Hahnes läuft oft zu Anfang trüber Saft, den man Vorlauf nennt. Da dessen Reinigung im praktischen Betriebe zeitraubend und unangenehm ist, so sucht man durch die vortheilhaftesten Mengen Kalk und eine längere (etwa 15 Minuten betragende) Ruhe des Saftes im Scheidekessel vor dem Ablaufenlassen diesen Uebelstand möglichst zu beseitigen.

Die Schaumdecke und den ganzen schmutzigen oder trüben Rückstand der Scheidung (der 18 bis 30 Proc. der ganzen Saftmenge beträgt) lässt man am Besten durch den oben beschriebenen Quetschhahn direct in aufgehängte Beutel laufen, damit der klare Saft möglichst rasch abtropfe, der Rückstand in den Säcken aber in einer für die Arbeiter leichteren und bequemeren Form unter eine hydraulische Presse gebracht werde, in welcher er bei sehr langsamer Wirkung der Presse von dem grössten Theile des in ihm enthaltenen zuckerhaltigen Saftes befreit wird. Viele wenden vor den hydraulischen noch eine Schraubenpresse als Vorpresse, auch eine Belastung der Beutel mit Gewichten oder dergleichen an.

Fig. 105 zeigt eine Schaumpresse mit Spindel, wie sie in den Fabriken vielfach angewendet wird.

Fig. 105.



Die Schraubenspindel *ss* passt in die metallene Schraubenmutter *mn*, welche in dem starken horizontalen Balken *AB* befestigt ist. *AB* und *CD* sind durch zwei starke vertikale Balken *M* und *N* verbunden. Die Drehung der Schraube wird mittelst des Hebels *l* bewerkstelligt. Der auf- und niedergehenden Bewegung der Schraube *ss* folgt die Pressplatte *kk*, ohne jedoch an der Drehung der Spindel Theil zu nehmen. Das untere Ende der Schraubenspindel steckt nämlich

mittelst eines Kugelgelenkes in der auf der Pressplatte befestigten Metallplatte *op*, so dass sich die Spindel drehen kann, während die Pressplatte *kk* durch eine Führung auf *MN* an der Drehung gehindert wird. Die Schaumbeutel werden nun zwischen Pressbleche auf *gg* gelegt, und durch *kk* langsam zusammengedrückt.

Die Schlammbeutel werden nach dem Auspressen von ihrem Inhalte entleert, gewaschen und gleich wieder in Gebrauch genommen, bis sie gänzlich unbrauchbar werden. Die Menge Kalk, mit der sie beständig in Berührung kommen, macht sie oft hart, brüchig, oder zerstört doch ihr Gewebe. Es erscheint daher vernünftig, sie von Zeit zu Zeit in schwach-säurehaltiges Wasser zu legen, damit der Kalk in löslichen salzsauren Kalk verwandelt daraus entfernt werde.

Die Scheidung mittelst Kalk bringt auf den Saft einen sehr in die Augen springenden Effect hervor, denn er wird dadurch hellgelb, klar und blank, während er früher schwarz, trübe und dunkel war; allein diese Reinigung ist, wie wir später durch Zahlen illustriren werden, mehr scheinbar als wirklich, indem nur die Veränderung des Aussehens und die Umsetzung der Salze die Haupterfolge der Scheidung sind, während die Menge der wirklich aus dem Safte abgeschiedenen „fremden Substanzen“ dem äusseren Anscheine nicht entspricht.

Wie wir früher gesehen haben, enthält der zur Scheidung kommende Rübensaft in seinen festen Bestandtheilen neben dem Zucker noch Proteïngebilde, als: Eiweiss, Pflanzenleim, Legumin, Extractivstoffe und Salze.

Die Basen dieser Salze, nämlich Kali, Natron in vorderster Linie, und Kalk, Magnesia, Eisenoxydul und Manganoxydul, sind mit Säuren theils organischer Natur, als Citronensäure und Oxalsäure, theils anorganischer Natur, als Phosphorsäure und Schwefelsäure, verbunden. — Der Kalk, den man bei der Scheidung zusetzt, geht nur mit den organischen Säuren und der Phosphorsäure schwerlösliche Verbindungen ein, sie werden also grösstentheils wirklich ausgeschieden. Dadurch werden aber die mit ihnen früher zu Salzen verbunden gewesenen Basen frei, und es bleibt daher freies Kali und Natron im Safte gelöst, während Magnesia, Eisenoxydul und Manganoxydul, als im freien Zustande unlöslich im Safte, ebenfalls zum grössten Theile abgeschieden werden.

Der Kalk wird, wie oben bemerkt, erst bei 68° bis 72° R. zugesetzt, und zwar weil das Eiweiss durch Erhitzen des Saftes (bis 68° R.)

von selbst vorher gerinnen soll. Da nun das Eiweiss in den Rübensäften oft erst bei höheren Temperaturen gerinnt, so kann in solchen Fällen eine bessere Scheidung bewirkt werden, wenn man den Saft bis 72° R. anwärmt. Von den übrigen Proteïnsubstanzen scheint der Kalk, wenn er in genügender Menge vorhanden ist, schon bei der Scheidung einen kleinen Theil zu zersetzen, welcher Zersetzungsprocess durch Bildung (und Entweichen bei der hohen Temperatur) von Ammoniak angedeutet wird.

Das Ammoniak ist also, wie E. Hochstetter schon 1843 bewiesen und Michaëlis in neuerer Zeit bestätigt hat, kein ursprünglicher Bestandtheil des Rübensaftes, sondern ein Zersetzungsproduct desselben, entstanden durch Einwirkung des Kalkes (und der Alkalien) auf gewisse im Safte vorhandene stickstoffhaltige Substanzen.

Die Substanzen, welche aus den Rübensäften bei der Scheidung wirklich abgeschieden werden, lassen sich nach Obigem leicht übersehen. Die organischen Säuren und die Phosphorsäure in Verbindung mit Kalk, Magnesia, Eisenoxydul, Manganoxydul, sowie das Eiweiss und die stickstoffhaltigen Bestandtheile nebst einem Ueberschusse von Kalk: das dürften die Hauptbestandtheile des Scheideschlammes sein, die in Menge und Zusammensetzung natürlich je nach Zusammensetzung der Rübe, wechseln. Wenn daher eine Analyse des Scheideschlammes auch nicht für alle Fälle gültig sein kann, so ist es doch interessant, eine solche zu betrachten, da sich daraus gleichsam die Wahrheit der Theorien über den Vorgang der Scheidung bestätigen muss. Ich theile deshalb eine solche aus Dr. Hoffmann's zeitgemässem Jahresbericht mit.

100 Theile getrockneter Scheideschlamm bestanden aus:

Kohlensaurem Kalk	16,60	50,7	
Kalk	17,36		
Magnesia	1,90		
Thonerde, Eisenoxyd	8,00		
Natron, Kali	0,39		
Chlor	Spur		
Schwefelsäure	0,05		
Phosphorsäure	1,90		
Rückstand	4,50		
Organische Stoffe		44,85	Stickstoff 1,579; Eiweiss 9,995
Wasser		4,45	
		100,00	

Daraus erhellt, dass Thonerde, Eisenoxyd, Magnesia, Phosphor-

säure, Eiweiss und andere stickstoffhaltige Stoffe in grösster Menge gefällt wurden.

Die Menge des erzielten Scheideschlammes im gepressten Zustande ist ebenfalls abhängig von der Qualität der Rüben, oder ihrer Säfte vielmehr.

Von 2102 Pfd. Saft erhielt ich z. B. 68,8 bis 75 Pfd. in böhmischen Fabriken, also 3,3 bis 3,6 Proc. der Saftmenge (in feuchtem Zustande gerechnet).

In Russland erhielt ich von 3151 Pfd. Saft = 106 Pfd. gepressten Schlamm, oder 3,4 Proc. der Saftmenge, was sich übrigens auch oft erhöht oder vermindert, je nach der Qualität der Rüben.

Achard erhielt von 336 Pfd. Saft 20 Pfd. 28 Lth. Schaum
und 9 Pfd. — „ Bodensatz
Summa 29 Pfd. 28 Lth.

oder circa 9 Proc. der Saftmenge, wahrscheinlich in einem sehr wenig abgepressten Zustande.

Wenn wir nun bedenken, dass in den von mir ermittelten 3 bis 3,5 Proc. Schaumrückstand circa 50 Proc. Wasser sind, der feste Bestandtheil daher 1,5 (bis 2,4) Proc. beträgt, in dem circa $^1/_2$ bis $^3/_4$ Proc. Kalk; so ergiebt sich die Menge der bei der Scheidung ausgeschiedenen Stoffe annähernd daraus.

Auf die Menge des bei der Scheidung erzielten Schlammes hat übrigens die Temperatur, bis zu welcher der Saft bei der Scheidung erhitzt wurde, einigen Einfluss. Beim Aufkochen (81° R.) des Saftes wird der Schlamm am consistentesten, bei niedrigerer Temperatur, z. B. bei 70 oder 75° R., bleibt der Schlamm feinflockiger, voluminöser. Michaëlis giebt jedoch an, dass ein bei 70° R. geschiedener Saft weniger organische Säuren enthielte, daher reiner sei, als wenn er bis 81° R. erwärmt oder aufgekocht würde, dass der Unterschied der Reinheit in beiden Fällen jedoch nicht beträchtlich wäre.

Weiter hat die grössere oder geringere Quantität Kalk, die zur Scheidung gesetzt wird, einen grossen Einfluss auf die Menge Schlamm, viel Kalk verursacht ebenfalls eine grössere, schmutziggelbe Schlammmasse, während eine verhältnissmässige Kalkmenge eine weniger graue, grobflockige, zerklüftete Schaumdecke giebt.

Der Kalk, welcher zur Scheidung verwendet wird, muss möglichst rein sein, da fremde Beimengungen (z. B. Kali) in den Saft eingehen und einen schädlichen Einfluss auf dessen Zuckergehalt ausüben würden. Deshalb ist auch vorgeschlagen worden den Kalk mehrmals

mittelst heissen Wassers auszulaugen, wodurch einige lösliche Bestandtheile und besonders das Kali desselben entfernt würden.

Der Kalk wirkt am besten im frischgebrannten (ätzenden) Zustande, er wird dann vor der Scheidung abgelöscht, indem man ihn mit Wasser begiesst, wobei er in einen zarten weissen Kalkbrei verwandelt wird. Mit Wasser zu einer Flüssigkeit von bestimmter Dichte, z. B. 20° B., angerührt, wird er (womöglich nach dem Durchgehen durch ein Sieb, das die Steine zurückhält) nach dem Maasse unter starkem Umrühren dem Safte zugesetzt.

Da aber die Fabriken nicht immer frisch gebrannten Kalk haben können, so wird derselbe am Besten vor der Campagne zu einem gleichmässigen, zarten Brei in einer Grube gelöscht, um nach Belieben in dem Betriebe der Fabrik gebraucht zu werden. Der Kalk hält sich auf diese Weise gut und ist gleichförmig für die ganze Arbeit der Scheidung einer Campagne. Eine andere Aufbewahrung des Kalkes ist die, dass man auf den gelöschten Kalk nach und nach kleine Mengen Wasser spritzt, wodurch er zu einem staubigen Pulver zerfällt (das sich nachher nicht mehr löscht). Dies Pulver (das circa 24 Proc. Wasser enthält) wird in gemauerten Gruben aufbewahrt, und dem Safte in dieser Form zugesetzt. Da der Kalk aber aus der Luft Kohlensäure anzieht, so ist begreiflich, dass derselbe, auf diese Weise aufbewahrt, weder von so gleichmässiger Beschaffenheit bis zu Ende der Campagne, noch so wirksam sein dürfte, als in den anderen Fällen.

Die Menge des zur Scheidung angewendeten Kalkes beträgt $^1/_2$ bis 1 Proc. vom Rübengewichte. Sie muss wenigstens so gross sein, dass die Scheidung wirklich vollständig bewirkt ist, dass also der aus dem Läuterkessel genommene Saft keine grünliche Farbe mehr hat, sondern als eine völlig klare reingelbe Flüssigkeit erscheint, worin höchstens einige sich leicht absetzende Flocken schwimmen.

Die zur Scheidung nöthige Menge Kalk wird praktisch leicht gefunden, indem das Hervorbringen eines hellgelben Saftes leicht zu beobachten ist. Haucht man über eine Probe des geschiedenen Saftes im Löffel hin, so entsteht die sogenannte Kalkhaut, indem die Kohlensäure der ausgehauchten Luft mit dem Kalke des Saftes kohlensauren Kalk bildet. Dies ist also immer ein Zeichen, dass genug Kalk zum Safte gesetzt war, und da die Erkennung dieser praktischen Anhaltspunkte ausserordentlich leicht ist, so findet sich die Menge des jedesmal anzuwendenden Kalkes ebenfalls leicht und rasch.

Nur so viel sei hier erwähnt, dass die Menge des anzuwendenden

Kalkes gegen das Ende der Campagne hin gewöhnlich vergrössert werden muss, da die Menge der organischen Säuren im Safte sich bei der Aufbewahrung gewöhnlich vergrössert.

Der Fabrikant mag die Kalkmenge bei der Scheidung am Besten so reguliren, dass diese Operation in jedem Falle sicher gelingt, aber auch nicht zu viel „Vorlauf" oder „Nachlauf", trüber Saft überhaupt entsteht, dessen weitere Verarbeitung grosse praktische Schwierigkeiten bietet.

Der bei der Scheidung zugesetzte Kalk scheint nun in dem geschiedenen Safte in folgenden Verbindungen und Mengen zu sein.

100 Thle. Rübensaft enthalten z. B. nach der Scheidung zweimal so viel Kalk als im Kalkwasser enthalten ist, es sind also darin (2 . 0,137 Proc. =) 0,274 Proc. Kalk oder etwas mehr als $^1/_4$ Procent. Die übrigen $^1/_2$ resp. $^3/_4$ Proc. sind daher im Schlamme geblieben.

Im geschiedenen Safte erscheint nun erst das Wasser mit Kalk gesättigt, wovon 1 Thl. in ungefähr 730 Thln. kalten und 1000 Thln. heissen Wassers gelöst ist.

Von 1000 Thln. Scheidesaft a 10 Proc. Zucker sind nur 100 Thle. Zucker und 900 Thle. Wasser, in dem (900 : 1000 =) 0,9 Thle. Kalk (in der Kälte jedoch ist der Kalk löslicher in Wasser als in der Wärme, die Menge des aufgelösten Kalkes daher ebenfalls grösser in der Kälte).

Wenn nun in 1000 Thln. geschiedenen Saftes à 0,274 Proc. Kalk 2,74 Thle. Kalk waren, wovon 0,90 Thle. in Wasser gelöst sein konnten, so bleiben 1,84 Thle. per Tausend, oder 0,184 per Hundert Kalk an Zucker gebunden und als Kalksalze (nebst Alkalien) im Safte. Die im Safte gelöste Verbindung des Zuckers mit dem Kalke soll nach Michaëlis im Verhältniss von 6,08 Thln. Zucker zu 1 Thl. Kalk zusammengesetzt sein, es würden also 100 Thle. Zucker erfordern 16,7 Thle. Kalk, woraus vielleicht zu folgern wäre, dass nur ein Theil des ganzen Zuckergehaltes mit Kalk in Verbindung tritt.

Da ferner in der Praxis oft 1 Proc. Kalk angewendet wird, sich aber nur 0,274 Proc. im Safte nachweisen lassen, so sind 0,726 Proc. Kalk in den Schlamm gegangen, und es wäre demnach sowohl eine grosse Verschwendung an Kalk zu constatiren, als auch anzunehmen, dass im geschiedenen Safte nicht mehr Kalk enthalten sein könne, wenn man noch mehr, z. B. $1^1/_2$ Proc. Kalk, zum Safte fügte. Trotzdem lässt sich nicht behaupten, dass eine grössere Kalkanwendung ohne Folgen für die Fabrikation bliebe, da eine grosse Menge Kalk die

Raschheit des Scheidungsprocesses wesentlich beschleunigen könnte, und die Mengen der sich bildenden Kalksalze für verschiedene Rübensäfte variabel sind, daher ist denn auch der Kalkgehalt der geschiedenen Säfte sehr verschieden, von 1,5 bis 2,5mal so viel Kalk als im Kalkwasser enthalten ist. Man glaubt nun beobachtet zu haben, dass die Säfte besser gereinigt würden, wenn man mehr Kalk zur Scheidung anwandte, da mit der späteren Fällung desselben auch stickstoffhaltige Bestandtheile mit aus dem Safte gefällt resp. entfernt werden.

Diese Beobachtung scheint denn auch zu dem jetzt oft in der Praxis gehörten und auch häufig thatsächlich befolgten Spruche:

„Je mehr Kalk desto mehr Zucker" Veranlassung gegeben zu haben. Ein solcher Ausspruch kann natürlich nur in gewissen Grenzen richtig sein; denn es bilden sich bei grossen Zusätzen von Kalk zur Scheidung oft so voluminöse, feinkörnige Schlammpartikelchen, dass es ausserordentlich schwer hält, den Zucker daraus zu gewinnen.

Jeder Praktiker, der viel Rüben verschiedener Qualität unter den Händen gehabt hat, wird die hier berührten Unannehmlichkeiten hinlänglich kennen und die Schwierigkeit, um nicht zu sagen, Unmöglichkeit, würdigen, die sich dem Abscheiden des klaren Saftes daraus entgegensetzt. In solchen, freilich extremen Fällen kann man beinahe mit mehr Sicherheit sagen: Je mehr Kalk zur Scheidung, desto weniger Zucker!

So lange es daher noch nicht gelungen ist, den Zucker aus dem Schlamme leicht mit wenig Kosten abzuscheiden, und stets anzunehmen bleibt, dass mit dem Schlamme proportional seiner Menge Zucker mechanisch verloren geht, und so lange es erwiesen bleibt, dass ein grösserer Kalkzusatz zum Scheidesafte auch mehr Schlamm giebt; so lange kann ich daher nur rathen, bei der gewöhnlichen alten Scheidung nicht mehr Kalk anzuwenden, als man zur Sicherheit des Erfolges bedarf.

Dies ist wenigstens eine praktische Lehre, die eine leichte und sichere Arbeit in der Fabrik ermöglicht, ohne die Raschheit der Operationen zu beeinträchtigen.

Will der Rübenzuckerfabrikant überhaupt mehr Kalk anwenden, so kann er dies, wie wir später sehen werden, in den späteren Stationen nachholen, wo seiner Anwendung wenigstens keine so grossen praktischen Hindernisse mehr in den Weg treten, als bei der Scheidung selbst, die dadurch (wie Rousseau's Verfahren, welches daran scheiterte, vor vielen Jahren deutlich bewies) zu viele Schwierigkeiten für den leichten und regelmässig raschen Fabrikbetrieb hervorruft.

Zwar könnte man noch anführen, dass grössere Mengen Kalk in der Scheidung die Proteïnsubstanzen rascher und entschiedener angreifen als geringere Mengen, und ich gebe zu, dass dies allerdings wahrscheinlich ist. Aber es ist doch evident, dass der Kalk dieselbe Leistung, denselben Einfluss entwickelt, wenn er in solchen grossen Quantitäten dem schon geschiedenen Safte zugesetzt und damit eben so lange gekocht wird, als in der Scheidung, also etwa 10 bis 15 Minuten, und die ganze Frage reducirt sich dann auf die grössere oder geringere Leichtigkeit der praktischen Ausführung. Der Zweck, die Wirkung sind in diesem Falle dieselben, nur ist die Anwendung grosser Kalkmengen durch die nach Michaëlis' geistreichem Vorschlage angewandte Fractionirung derselben leichter für den Betrieb, selbst rationeller für den Denker und sicherer für den Fabrikanten, der dabei gleichsam zwei Scheidungen macht.

Man würde jedoch sehr im Irrthume sein, wenn man glaubte, dass ein wenig mehr oder weniger Kalk gar so viel wirkte. Diese Ueberzeugung wenigstens drängt sich mir unwillkürlich auf, wenn ich die Wirkung des Kalkes, insofern er nämlich die Reinigung des Saftes bewerkstelligen soll, genauer betrachte.

Schon im Jahre 1858 machte ich (im Reiseberichte über Böhmens Rübenzuckerfabrikation, S. 94) darauf aufmerksam, dass die Scheidung nur 15 bis 18 Proc. der im Safte vorhandenen fremden Substanzen (organischen und unorganischen Ursprungs) entferne.

In der Campagne $18^{62}/_{63}$ nahm ich die Versuche (im Monat Februar 1863) wieder auf und fand, dass die Scheidung mit Kalk nur 7 bis 12,3 Theile von jedem 100 im Safte enthaltenen Proteïnstoffen allein abgeschieden hatte, während 44 Thle. in den übrigen Stationen der Fabrik abgeschieden wurden (siehe Näheres darüber in der Vereinsschrift für Rübenindustrie, 88. Lieferung).

Da nun der Kalk nicht die Fähigkeit besitzt, auch nicht die Möglichkeit bietet, die Alkalien und Erden oder die feuerfesten Bestandtheile überhaupt aus den Rübensäften zu entfernen, so schien mir die ganze Wirkung des Kalkes (ausser dem Schutze, den er gegen die Gährung des Zuckers gewährt und wenn man ihn nicht als Fällungsmittel betrachtet) in der Scheidung oder als Abscheidemittel keine so grossartige zu sein, als man oft anzunehmen scheint.

In diesen Ansichten wurde ich nur bestärkt durch die Arbeiten des Herrn Dr. Grouven, der angiebt, dass das Kochen des

Saftes allein (d. h. ohne Kalk) $^1/_9$ oder circa 11 Proc. der stickstoffhaltigen Gebilde (die sogenannten Proteïnstoffe) des Saftes unlöslich ausscheide, und dass das Kochen mit Kalk, also die jetzige Scheidungsmethode, 18,5 Proc. der ganzen Menge aus dem Safte entfernt (Vereinsschrift f. Rübenzuckerindustrie, 87. Lfrg.). Die Wirkung des Kalkes allein als Ausscheidungsmittel hätte daher in der Elimination von (18,5 — 11 =) 7,5 Proc. Proteïngebilde bestanden!

Diese Zahlen scheinen mir gerade nicht geeignet, ein so unbegrenztes Zutrauen zu der Wirkung des Kalkes als Scheidemittel zu erwecken, oder eine besondere Meinung seiner grossartigen Wirksamkeit dabei zu bilden. Wenn man daher den Kalk als das grosse einzige Evangelium angepriesen hört, welches den Rübenzuckerfabrikanten grossartige Erfolge verspricht; — so bleibt dieses Versprechen wohl hauptsächlich durch die Ausfällung desselben und den damit bewirkten Niederschlag gelöst.

Wenn ich hier die Wirkung des Kalkes auf die Abscheidung der Proteïnstoffe eingehender feststellte und mit Zahlen belegte, so geschieht dies keineswegs, um dem Kalke alle gute Wirkung in der Praxis abzusprechen, denn wir haben ihn im Gegentheil noch sehr nöthig in der Praxis, sondern einzig und allein um nachzuweisen, dass ein klein wenig mehr Kalk nicht jene grossartigen Wirkungen hervorbringen kann, die man demselben mitunter zuschreibt. Dem fortschreitenden Impulse unseres Zeitalters würde es im Gegentheil angemessener sein, ein Agens aufzusuchen, mittelst dessen man sämmtliche (oder doch fast sämmtliche) Proteïngebilde aus den Säften zu entfernen im Stande wäre. Dies müsste von den grössten Folgen für die ganze Rübenzuckerfabrikation sein und jedenfalls entscheidender als die Spitzfindigkeit eines bischen mehr oder weniger von einem Stoffe, der, wie oben nachgewiesen, in der Wirklichkeit bei der alten Scheidung wenig Proteïnstoffe abscheidet, sondern hauptsächlich nur dem Auge, jenem oberflächlichen Beobachter des Scheines, etwas vorspiegelt.

Ich bin der Ansicht, dass schon die nahe Zukunft in einem Zeitalter, das den rationellen Fortschritt auf seine Fahne geschrieben hat, uns wirksamere Mittel als Beihülfe an die Hand geben wird, selbst ohne kostspielige Reform der Fabriken, aber nicht ohne eine gründliche Verbesserung des Fabrikationsverfahrens.

Bis dahin wollen wir jedoch auch als praktische Leute rathen, so viel Kalk anzuwenden, als möglich, ohne den raschen Betrieb der Fabrik zu stören oder aufzuhalten.

Man könnte demnach die jetzige Scheidung weit richtiger eine „Klärung" des Saftes nennen und sollte sich bemühen, daneben noch eine wirkliche Abscheidungsoperation aufzusuchen und einzuführen. Erst dann würde man sich dem Ziele der Abscheidung aller fremden organischen stickstoffhaltigen Substanzen sicherer nähern können.

Einige Fabriken setzen gleich zu Anfang beim Beginn der Scheidung ein wenig Kalk zu, damit die Säure des Saftes nicht zu schädlich einwirke während der Erwärmung bis 68° R. Dies hat keinerlei Uebelstände im Gefolge und dürfte namentlich bei schlechten Rübensäften anzurathen sein. Andere Fabrikanten lassen den Saft aus den Schlammpressen in den nächsten Scheidekessel pumpen und vermischen den frischen Saft damit.

Der Saft der Schlammpressen ist sehr kalkhaltig und warm, daher geht die Scheidung theils rascher vor sich, theils wird der frische Saft durch den Kalkgehalt des Schlammsaftes vor jeder Säure bewahrt; nichtsdestoweniger scheint mir dies Verfahren nicht zu empfehlen zu sein, da ein Theil Rübensaft immer wieder zurückkommt, mithin leicht in jene schleimige Gährung übergehen kann, die selbst durch Kalk nicht ganz verhindert wird. Wo also dieses System eingeführt ist, da sollte man wenigstens nach 6 und 6 Stunden die Säfte rein abfliessen lassen und den weiteren Stationen überweisen.

Ein anderer Uebelstand ist ferner dabei, dass die Controle der Saftmenge dadurch schwieriger gemacht wird.

Die Zeitdauer der Scheidung richtet sich selbstredend nach der Grösse der Verdampfungsfläche und dem Inhalte der Scheidepfanne. Bei 3151 Pfd. Saft + 27 Pfd. Kalk dauerte die Erwärmung von 4° R. bis 60° R. = 55 Minuten und von 60° bis 81,5° R. 20 Minuten.

Im Ganzen daher 75 Minuten oder 1 Stunde 15 Minuten, bei einer Heizfläche von 29,2 □ Fuss und einer Temperaturdifferenz von 65,2° R., die sich folgendermaassen beziffern. Der zum Heizen des Saftes in der Scheidepfanne verwandte Dampf von nahezu 3 Atmosphären ist 108° R. warm. Der Rübensaft hat 4° und soll bis 81,5° R. erwärmt werden. Die mittlere Temperatur ist daher $\frac{4 + 81,5}{2} = 42,8^\circ$ R. und die Differenz der Temperaturen 65,2° R.

Im Ganzen wurden aber transmittirt, da der Saft von 4° bis 81,5° also um 76,5° erhitzt werden musste, (3178 . 76,5 =) 243117 Wärme-Einheiten in 75 Minuten, oder per Stunde $\left(\frac{3178.76,5.60}{75} =\right)$ 194,500 W.E.

Da die gesammte Heizfläche 29,2 □Fuss betrug, so transmittirte 1 □Fuss 6660 W.E. bei einer Temperaturdifferenz von 65,2°, oder er verdampfte (6660 : 520 =) 12,8 Pfd. Wasser. Krause giebt 15 Pfd. per 1 □Fuss und Stunde an, welche Leistung indessen nicht immer sicher erreicht zu werden scheint. Nach Dr. Gall's Tabelle gehen bei 108° Wärme des Dampfes 5263 W.E. durch 1 □Fuss, was mit dem praktischen Versuche nahezu übereinstimmt.

Es ist dabei aber zu berücksichtigen, dass mitunter bei Rübensäften schlechter Qualität sich eine schmierige, gallertartige Substanz auf dem Boden setzt und die Wärmeeintheilung wesentlich verhindert. Dem liesse sich in vorkommenden Fällen durch ein rationelles Rührwerk abhelfen, welches die Schichten über der Heizfläche beständig in Bewegung und Wechsel erhielte, wodurch die Erwärmung wesentlich beschleunigt würde.

Abgesehen von diesen extremen Fällen liesse sich aber die Operation der Scheidung für jeden Fall leicht herstellen.

Die Grösse der Scheidekessel ist bis jetzt in den meisten Fabriken dieselbe, gleichgültig ob 3000 oder 1000 Ctr. Rüben in 24 Stunden verarbeitet werden. Dies ist unstreitig nicht rationell, und es lassen sich leicht die Regeln finden, nach denen die Grösse derselben etc. unzweifelhaft zu bestimmen ist. Ich führe z. B. Folgendes an. — Der rohe Rübensaft ist nachtheiligen Veränderungen unterworfen, die um so zahlreicher eintreten werden, je länger er im ungeschiedenen Zustande bleibt. Die Scheidung sollte also möglichst rasch und, um dieselben Resultate zu erzielen, auch in gleichen Zeiträumen für alle Fabriken vollbracht werden. Die erste Bedingung dazu ist dann aber die, dass die Läuterpfannen auch in gleichen Zeiträumen gefüllt sind. Es muss daher die Grösse der Scheidekessel auch proportional sein der Menge der in gleicher Zeit verarbeiteten Rüben.

Es darf eigentlich nicht, wie bisher, in einer kleinen Fabrik der Scheidekessel erst in $1\frac{1}{2}$ Stunden gefüllt sein, während er in grossen Fabriken in einer halben Stunde voll ist; sondern es muss der kleinen Fabrik auch ein dem entsprechender Apparat zur Läuterung des Saftes gegeben werden.

Hält man den Grundsatz fest, dass es besser ist, den Rübensaft baldmöglichst zu scheiden, so dürfte $\frac{1}{2}$ Stunde zur Füllung eines Scheidekessels genügend sein. Für 1000 Ctr. täglich verarbeiteter Rüben à 90 Proc., oder 90000 Pfd. Saft wäre nun die zu scheidende Menge Saft in jeder halben Stunde (90000 : 44 =) 2050 Pfd., oder

die Pfanne müsste (2050 : 66 =) 31 Kubikfuss Saft fassen, ohne den Raum, den man oben gewöhnlich frei lässt. Nach diesen Grundsätzen ergiebt sich leicht der jedesmalige Inhalt der Scheidepfanne. Die nöthige Heizfläche ist leicht zu finden, wenn bekannt ist, dass der Saft circa 76° R. erwärmt werden muss. Für 2050 Pfd. Saft müssen daher (2050 . 76 =) 155,806 W. E. aufgewendet werden, und da je 1 □Fuss per Stunde 6600 W.E. oder in einer halben Stunde 3300 W.E. transmittirt, so wäre eine Heizfläche von (155,806 : 6600 =) 23,6 □Fuss erforderlich, wenn man den Saft in einer Stunde scheiden wollte, oder von (155,806 : 3300 =) 46,9 □Fuss Heizfläche, um dieselbe Arbeit in einer halben Stunde zu vollführen.

Wohl bemerkt zu werden verdient dabei, dass die Doppelböden der Scheidepfannen von aussen eine ebenso grosse erhitzte Fläche der Luft darbieten, als dem Safte von Innen, und dass daher die auswendigen Schalen der Doppelböden gegen jede Abkühlung geschützt werden sollten; ferner ist es von Wichtigkeit, die Luft aus dem Doppelboden, wo sie die Wärmeabgabe des Heizdampfes beeinträchtigen würde, zu entfernen, und es geschieht dies, indem man einen Hahn (der so hoch als möglich angebracht ist) öffnet, wenn der Dampf einströmt. Wollte man Schlangenröhren von 1 bis 1½″ anwenden, um den Saft zu erhitzen, so käme man mit weniger Heizfläche aus, da 1 □Fuss Schlangenrohr wenigstens 10,000 W.E. per Stunde transmittirt. Es wären also, um 2050 Pfd. Saft in einer Stunde zu erwärmen, nur (155,806 : 10,000 =) 15,6 □Fuss Heizfläche erforderlich die aus weit dünnerem Kupfer nichtsdestoweniger haltbarer und billiger angefertigt werden könnte. Nur die Art und Weise der jedesmaligen Reinigung wäre dabei schwieriger, was aber kein unüberwindliches Hinderniss darbieten würde, wenn man die Schaumdecke oben vor dem Ablaufe des Saftes abnähme, so dass sie sich nicht auf das Schlangenrohr legen und darauf festbrennen könnte.

Die Heizröhren wären dann ganz von Saft umgeben, und das Gefäss selbst könnte aus Eisen gefertigt werden.

Welche Form und Grösse aber auch immer die Apparate zur Läuterung des Saftes haben mögen, stets wird eine bestimmte Menge Wärme erfordert, um den Saft zu läutern, und dieser Aufwand an Brennstoff beträgt für 1000 Ctr. täglicher Rübenverarbeitung bei 90 Proc. Saftausbeute und 10 Proc. Wasserzusatz, also bei der Ausbeute von 1000 Ctr. verdünnten Saftes (100000 Pfd. . 76,5° =) 7650000 W. E. pro Tag, zu deren Hervorbringung bei nahezu 70 Proc. Nutzeffect aus

1 Pfd. Steinkohlen à 6000 W.E., oder bei 4000 W.E. Ausnutzung in runder Summe wenigstens (7650000 : 4000 =) 1912,5 Pfd. Steinkohlen aufgewendet werden müssen.

	Thlr.	Sgr.	Pf.
Diese kosten à $^{1}/_{2}$ Thlr.	9 Thlr.	16 Sgr.	— Pf.
Zu 1000 Ctr. Rüben werden in der Scheidung durch 24 Stunden im Ganzen $7^{1}/_{4}$ Arbeitsschichten erfordert, die à $^{1}/_{3}$ Thlr. kosten .	2 „	12 „	6 „
Zu den Schlammpressen werden in gleicher Zeitdauer $4^{1}/_{2}$ Schichten verlangt, à $^{1}/_{3}$ Thlr. .	1 „	15 „	— „
Zu den Schlammkochgefässen sind zwei Schichten à $^{1}/_{3}$ Thlr. erforderlich, im Betrage von	— „	20 „	— „
Kalk wird zu 100,000 Ctr. Rüben circa 36 Wispel à 6 Thlr. verbraucht = 216 Thlr., für 1000 Ctr. daher	2 „	16 „	— „
Die Reparatur der Schlammbeutel beträgt circa	5 „	10 „	6 „
Die Kosten der Scheidung für 900 Ctr. Saft (+ 10 Proc. Wasser) betragen daher ungefähr in Summa	21 Thlr.	— Sgr.	— Pf.
und 100 Pfd. Saft zu scheiden kosten hiernach	— „	— „	8,4 „

ohne Zinsen der Anlage, Beleuchtung etc., wobei jedoch zu bemerken ist, dass dabei noch 3,5 bis 4 Proc. der Saftmenge verloren geht.

Ueber den Grad der Saftreinigung, den man für diesen Aufwand an Capital erzielt, haben wir schon oben gesprochen, ich füge hier nur hinzu, dass die Beurtheilung der Reinheit des geschiedenen Saftes im Vergleiche zum ungeschiedenen mittelst des Polarisationsinstrumentes und der Spindel selten zu richtigen Anhaltepunkten führt, da einestheils der Kalk die Polarisationseigenschaften des mit ihm verbundenen Zuckers derart vermindert, dass (nach Michaëlis) von 6,08 Thln. 1,25 Thle. zu polarisiren aufhören, der Zuckergehalt also aus diesem Grunde zu gering angegeben wird, und anderntheils der Kalk das specifische Gewicht der Lösung erhöht, indem 3 Thle. Kalk auf die Spindel wirken wie 10 Thle. Zucker (Frank), um welchen Betrag also die Angaben der Spindeln zu hoch ausfallen würden.

Ohne eine complicirte Rechnung dürfte es daher nicht leicht sein, die Verbesserung der Säfte in dieser Station rasch und praktisch quantitativ zu bestimmen. Dem Fabrikanten bleibt daher das Auskunfts-

mittel, den Saft erst durch Kohlensäure von seinem Kalkgehalte zu befreien, und dann den Effect der Reinigung festzustellen.

Der einfachste Weg, diesen Effect quantitativ zu bestimmen, scheint mir derjenige zu sein, dass man den neutralisirten Saft bei einer bestimmten specifischen Dichte von z. B. 1,05 (oder die Hälfte von 1,1 = Ventzke's Normallösung) direct im Polarimeter untersucht, das Resultat mit 2 multiplicirt und dadurch direct erfährt, wie viel Theile Zucker in 100 Thln. fester Substanz enthalten sind. Die Differenz der Anzeige des geschiedenen und saturirten Saftes mit den Angaben des rohen Saftes giebt leicht in Zahlen ausdrückbar die Grösse der Reinigung der Säfte an.

Der specifischen Dichte von 1,05 bediene ich mich deswegen, weil alle Säfte der Zuckerfabriken durch Verdünnung leicht auf eine solche Concentration gebracht werden können, während die Herstellung des specifischen Gewichtes von 1,1 bei Rohsäften nicht nur fast unmöglich, sondern auch sehr zeitraubend ist.

Die Veredlung der Rübensäfte im Allgemeinen ist in dieser Station sehr verschieden, und es kommt vor, dass sich in der Scheidung so viel Kalksalze gebildet haben, dass in 100 Thln. fester Substanz scheinbar nur unbedeutend weniger fremde Stoffe sind, als vorher.

Im Obigen haben wir die Gewinnung des Zuckersaftes aus dem Scheideschlamme betrachtet, und wir wollen dieses Capitel nicht schliessen, ohne einige Betrachtungen anzustellen über die Grösse des Zuckerverlustes, der dadurch herbeigeführt wird. Diese Frage scheint die Zuckerfabrikanten ganz besonders zu beschäftigen, und der Verein für Rübenindustrie hat selbst einen Preis ausgesetzt für die Lösung der Aufgabe, wie der Saft am leichtesten von dem Schlamme getrennt werden könnte. Wenn es nun auch im höchsten Grade erfreulich ist, zu sehen, wie dieser Verein Preise aussetzt, um technische Fragen von einiger Schwierigkeit durch die Concurrenz einer Menge fähiger Köpfe zum allgemeinen Besten lösen zu lassen; so ist es doch bedauerlich, dass diese Frage in einer Form gestellt ist, die sich auf die Bewerbung der Maschinenfabrikanten beschränkt. Nach dieser Richtung hin hat sie wenigstens gewirkt und die Idee einer Schlammcentrifuge veranlasst, da die Schleuder in neuerer Zeit zur Modesache geworden ist.

Wäre die Frage allgemeiner gehalten, wie z. B.: „Wie ist der Zucker am einfachsten und billigsten aus dem Scheideschlamme zu gewinnen?“ so würde die Lösung derselben nicht nur leichter gewesen

sein, sondern auch dem Zwecke des Zuckerfabrikanten entschieden mehr entsprochen haben, da sie dann Aufmunterung gegeben hätte, statt einer vielleicht kostspieligen und reparaturbedürftigen Maschine irgend ein anderes einfacheres und billigeres, deshalb für den Fabrikanten werthvolleres Mittel der Schlammaufarbeitung ausfindig zu machen. Wir sollten uns, meiner Ansicht nach, bestreben, mit weniger und einfacheren Werkzeugen zu arbeiten, als neue complicirte Maschinen einzuführen, und wir besitzen viele Hülfsmittel in unserem Geschäfte, die sehr wirksam sind, wenn wir uns derselben nur zu bedienen wissen. — Meine Beurtheilung der Fortschritte unserer Industrie ist von einem ganz anderen Standpunkte. Ich schätze z. B. die einfachste Idee, welche mir erlaubt, ohne irgend welchen Aufwand von Apparaten oder neuen Kosten und Maschinen obigen Zweck zu erreichen, weit höher und für unser Geschäft weit vortheilhafter, als, man verzeihe mir diese Abschweifung, die aller sinnreichste und ingeniöseste Maschine, deren Anschaffung und Betrieb Geld kostet!

Von diesem Gesichtspunkte betrachte ich denn auch hier die Gewinnung des Zuckers aus dem Schlamme, und suche daher vor allen Dingen mir darüber klar zu werden, wieviel Zucker verlieren wir denn eigentlich jetzt im Schlamme?

Bei einem Versuche mit 3151 Pfd. Saft erhielt ich 106 Pfd. ausgepressten Schlamm, so wie wir ihn zur Düngung benutzen. Dies macht per 100 Pfd. Saft 3 Proc. ausgepressten Schlamm in Summa (mitunter jedoch mehr).

Nehmen wir nun im ungünstigsten Falle an, dass dieser Schlamm zu 50 Proc. Wassergehalt gefunden würde (er enthält oft nur 36 Proc.), so brächte das für 106 Pfd. Schlamm 53 Pfd. Wassergehalt. Nimmt man nun ferner an, dass dieses Wasser im Schlamme nach Verhältniss eines 12procentigen (d. h. eines aus 12 Proc. Zucker und 88 Proc. Wasser bestehenden) Saftes Zucker gelöst enthält, so gehen in den 106 Pfd. Schlamm aus einer Scheidepfanne insgesammt nach der Proportion $(88 . 12 = 53 . x) = 7{,}2$ Pfd. Zucker verloren.

Da eine Scheidepfanne à 3151 Pfd. Saft zu 12 Proc. Zuckergehalt in Summa $\left(\frac{3151 . 12}{100} =\right)$ 378,12 Pfd. Zucker enthält, so beträgt der Verlust von 7,2 Pfd. noch nicht 2 Proc. der gesammten Zuckermenge im allerungünstigsten Falle; während wenn der Wassergehalt des Schlammes nur 36 Proc. betragen würde, in 106 Pfd. also circa 38 Pfd. Wasser sind, und letzteres nach Verhältniss eines 10procentigen Saftes Zucker

aufgelöst enthält, der Zuckerverlust nach der Proportion $(90:10=38:x)$ $= 4{,}5$ Pfd. pro Scheidepfanne, oder nur $1^1/_2$ Proc. vom gesammten Zuckergehalte des Saftes beträgt.

Dieser Verlust hat eine rein mechanische Ursache und lässt sich, wie wir später sehen werden, zum grossen Theile vermindern. Ein anderer Verlust bei der Scheidung ist vielleicht der desjenigen Zuckers, den der Kalk des Scheideschlammes chemisch gebunden halten könnte.

Berechnen wir mit Zuhülfenahme früherer Betrachtungen, wie gross dieser Zuckerverlust für den Schlamminhalt je einer Scheidepfanne im ungünstigsten Falle sein könnte. Jede Scheidung von 3151 Pfd. Saftinhalt liefert, wie wir gesehen haben, 106 Pfd. Schlamm, welche 53 Pfd. Wasser, mithin (106 Pfd. — 53 Pfd.) = 53 Pfd. trockenen Schlamm enthalten. Ergab nun die zu Anfang dieses Kapitels mitgetheilte Analyse des trocknen Scheideschlammes einen Gehalt desselben von 17 Proc. Aetzkalk, so sind in 53 Pfd. trocknen Schlammes $(100:17 = 53:x)$ $x = 9$ Pfd. Aetzkalk enthalten. Wir haben ferner im vorigen Kapitel betrachtet, dass eine Zuckerkalklösung bei Temperaturen nahe der Siedhitze ein Kalksaccharat, bestehend aus 3 Atomen Kalk und 1 Atom Zucker (oder 84 Gewichtstheilen Kalk und 171 Gewichtstheilen Zucker) in Form eines eiweissartigen Coagulums fallen lässt. Vollzöge sich nun eben dieser Ausscheidungsprocess in der Scheidepfanne, so würden obige 9 Pfd. Kalk nach der Proportion $(84:171 = 9 \text{ Pfd.}:x)$ $x = 18^1/_3$ Pfd. Zucker unlöslich machen und in den Schlamm einführen, eventuell diese verloren gehen.

Dieser chemische Verlust findet nun aber bei den Temperaturen und den Umständen in der Scheidung nicht Statt, oder doch nicht in dem Zahlenverhältnisse von 171 Gewichtstheilen Zucker auf 84 Gewichtstheile Kalk, da man mehr Zucker in dem saturirten Safte nachweisen kann, als hiernach möglicher Weise vorhanden sein könnte. Wenigstens müssten dann colossale Zuckerverluste durch unsere jetzige Methode der Läuterung bewirkt werden, und es würde in dem Falle effectiv weniger Zucker gewonnen werden können, als mehr Kalk zur Scheidung angewendet sein würde.

Wäre aber wirklich ein solcher Zuckerverlust unter eintretenden gewissen Umständen zu beklagen, so hätte der Fabrikant ein höchst einfaches und billiges Mittel zur Wiedergewinnung dieses Zuckers aus dem Schlamme, indem er den Kalk (des Zuckerkalkes) durch die wohlfeile Kohlensäure neutralisirte, ihn dadurch in kohlensauren Kalk verwandelte, und so den Zucker befreite, der dann, durch keine chemische

Affinität mehr zurückgehalten, unmittelbar aus der Lösung durch Filtriren und Verdampfen derselben gewonnen werden könnte.

Während also die Anwendung der Kohlensäure zur Neutralisirung des Kalkes im Schlamme selbst dem subtilsten Denker jeden Zuckerverlust durch irgend eine chemische Verbindung mit Kalk als praktisch unmöglich erscheinen lässt, würde selbst noch der Vortheil dadurch erzielt, dass sich der kohlensaure Kalk körnig dicht absetzt, also die mechanische Gewinnung des Saftes aus dem Schlamme durch Abtropfenlassen, Pressen etc. wesentlich erleichterte, dass ferner die Schlammsäcke nicht mehr, wie jetzt, durch den Aetzkalk so sehr angegriffen und zerfressen würden, und dass endlich der kohlensaure Kalk der Schlammrückstände nicht mehr so energisch die stickstoffhaltigen Substanzen darin zersetzte, wie es jetzt der Aetzkalk thut, wo sie, ohne Vorsicht aufbewahrt, durch jene Zersetzung oft schon einen grossen Theil ihrer Düngkraft eingebüsst haben, ehe sie eingeackert werden.

Die Möglichkeit der Anwendung wäre gegeben, wenn man die Schlammkochgefässe in Schlammsaturirgefässe verwandelte, und den Schlamm mit grossen Quantitäten Wasser verdünnte, was zugleich das Absetzen des kohlensauren Kalkes wesentlich befördern würde. Wir werden weiter unten betrachten, wie dies ohne neue Kosten möglich ist. Die Menge aufzuwendender Kohlensäure wäre allerdings bedeutend; aber es lassen sich billige Quellen Kohlensäure von genügender Reinheit zu diesem Zwecke auffinden.

Indem wir also annehmen, dass bei der Scheidung ein Zuckerverlust, wenn er wirklich stattfände, durch chemische Mittel leicht beseitigt werden könnte, so haben wir es nur noch mit dem mechanischen Zuckerverluste zu thun, der bei jeder Scheidung unzweifelhaft im Schlamme stattfindet.

Die Grösse der dabei verlorengehenden Zuckermenge ist nicht so bedeutend, dass man dafür grosse Opfer bringen könnte, und es handelt sich daher besonders um eine billige Gewinnung derselben.

Mit anderen Maschinen ist dieselbe nicht zu erreichen, das leuchtet ein; denn die hydraulische Presse ist die kräftigste aller bekannten Maschinen, und liefert einen so trockenen Rückstand, als die Beschaffenheit des Schlammes es überhaupt nur erlaubt. Man muss also einen anderen Weg einschlagen, um den Zucker daraus zu gewinnen, und dieser Weg ist in einer Maceration oder Verdünnung zu suchen. Zwar ist eine rationelle Maceration schon lange, namentlich von Robert, versucht und vorgeschlagen worden, dabei wurde reines Wasser durch

den Schlamm in einem Apparate getrieben, und der Rückstand in flüssiger Form abgelassen, was grosse Unbequemlichkeiten veranlasst. Die Modalität, welche ich mir erlaube vorzuschlagen, ist einfach die, dass man den Schlamm der Scheidung, nachdem alles Klare abgeflossen ist, stark verdünnt, dadurch gleichsam macerirt (auch vielleicht saturirt, wenn man wünscht) und dann in Säcken abtropfen lässt und presst. Es ist einleuchtend, dass der Zuckergehalt des Saftes im Schlammrückstand um ebenso viel kleiner sein muss, als die Flüssigkeit verdünnt war. Wollte man aber zu dieser Verdünnung (oder jeder anderen Maceration des Schlammes) frisches Wasser anwenden, so würden die Kosten der Verdampfung etc. weit grösser sein, als der Gewinn, den man dadurch erzielen würde. Ich schlage daher vor, dazu das Süsswasser der Filter zu nehmen, das man ohnehin verdampfen muss.

Bei 1000 Ctr. Rübenverarbeitung und 20 Proc. Kohle, oder 200 Ctr. derselben erhält man wenigstens 200 Ctr. Wasser von 1 bis $1^1/_2{}^0$ Bé., welche man zu dem Schlamme von 900 Ctr. Saft à 10 Proc. im ungepressten Zustande, oder zu 90 Ctr. Schlamm verwenden kann. Da in dem Schlamme von 100 Ctr. Saft nur $1^1/_2$ Proc. oder Ctr. (s. oben) feste Bestandtheile (trockner Schlamm) sind, so enthalten die von 900 Ctr. Saft resultirenden 90 Ctr. unausgepressten Schlammes in runden Zahlen 14 Ctr. festen Schlamm, also (90 — 14 =) 76 Ctr. Dünnsaft. Mischt man nun diese

7600 Pfd. Saft à 13 Proc. Bg. im Schlamme, mit
20000 Pfd. „ à 2 Proc. Bg.; so erhält man:
27600 Pfd. Saft à 5 Proc. Bg. oder Brix.

Obige 900 Ctr. ungepresster Schlamm ergeben dann bei 3 Proc. Pressrückstand (obschon das Pressen des Schlammes unzweifelhaft nach dieser Verdünnung, und besonders nach der Saturation, besser vor sich geht) $\frac{900 \,.\, 3}{100} = 27$ Ctr. ausgepressten Schlamm, mit einem Wassergehalte (letztern zu 40 Proc. angenommen) von $\frac{2700 \,.\, 40}{100}$ = 1080 Pfd., die möglicherweise (nach der Proportion $95 : 5 = 1080 : x =$) 57 Pfd. Zucker mit fortführen könnten, aus 1000 Ctr. Rüben oder per 100 Pfd. Rüben = 0,057 Proc., also ($^5/_{100}$ oder) nur $^1/_{18}$ der Rüben, und (da 900 Ctr. Saft à 12 Proc. Zucker = 10800 Pfd. Zucker in Summa enthalten) höchstens 0,6 Thle. von 100 Thln. reinen Zucker. Wenn aber 100 Thle. Zucker hier nur 0,6 Proc. einbüssen, so gehen

von 12 Thln. Zucker (in 100 Thln. Rüben) auch nur verloren (100 : 0,8 $= 12 : x =$) 0,073.

Der Zuckerverlust bei der Scheidung, der nach dem Früheren 2 bis 1,5 Proc. für 100 Thle. Zucker betrug, ist hiernach auf 0,6 Proc. reducirt und so klein, dass eine fernere Gerinnung in der That nicht mehr lohnen dürfte.

Man kann diese Zuckerextraction aus dem Schlamme dadurch erhöhen, dass man den trüben und festen Schlamm in ein Gefäss mit Doppelboden, der mit Leinwand bedeckt ist, fliessen lässt, indem mehr Saft vor der Verdünnung abfliesst, und weniger als 10 Proc. zurückbleiben; dass man ferner mehr Süsswasser dazu anwendet. Dadurch wird das Verhältniss noch günstiger, man lässt dann das Ganze umrühren, aufkochen (saturiren) und in Beutel füllen, worauf sie rasch ablaufen und besser gepresst werden können.

Die Süsswasser, deren Qualität, wie wir weiter hinten sehen werden, gewöhnlich schlecht ist, kommen dadurch zugleich in die Station von den Filtern zum Saturiren, und werden so nochmals gereinigt und veredelt.

Dass ferner die hier vorgeschlagene Methode keine neuen Kosten verursacht, wird jeder praktische Fabrikant zugestehen, da ja das Süsswasser auch ohnedem eingedickt werden müsste. Würde der Kalk nach dem Vermischen des Süsswassers mit Schlamm durch Kohlensäure gefällt, so wäre selbst anzunehmen, dass damit einige Unreinigkeiten aus dem Süsswasser mit niedergerissen würden, und sich die Qualität desselben jedenfalls nicht verschlechtere.

Ueber die Behandlung der Rübensäfte nach der Scheidung im Allgemeinen.

Alle Rübenzuckerfabrikanten sind wohl darüber einig, dass die Behandlung der Rübensäfte, deren Reinigung und Veredlung während der Fabrikation eine ausserordentlich wichtige Sache ist; denn ein Rückblick in die Geschichte der Runkelrübenzuckerfabrikation belehrt uns, dass erst, seitdem man die Säfte veredelte, bessere Zuckeraus-

beuten erhalten wurden, und dass die kläglichen Erträge, welche man in der Kindheit der Rübenzuckerfabrikation erhielt, weit mehr ihren Grund in einer unvollkommenen Reinigung, als in einer zu geringen Saftausbeute hatten, die ja selbst heut zu Tage in vielen Fabriken nicht 80 Proc. übersteigt, während man 60 bis 70 Proc. Saft mit den einfachsten Apparaten erzielte. — Wenn trotzdem (und zwar zu einer Zeit, wo noch wenig oder gar keine Knochenkohle, durch welche Saft hätte verloren gehen können, angewendet wurde) zu Anfang der Rübenzuckerfabrikation die Zuckerausbeute oft nur 3 bis 4 Proc. betrug, während sie sich jetzt zu 7 bis 8 Proc. beläuft, so ist es wohl klar und nur eine gerechte Würdigung der Umstände, dass der grosse und ungeheure Fortschritt der Rübenzuckerfabrikation hauptsächlich mit in der Behandlung der Säfte zu suchen ist.

Aber sind wir denn in diesem wichtigen Thema auch nur über die meisten Erscheinungen vollkommen aufgeklärt? Können wir mit vollem Bewusstsein sagen, dieses oder jenes Resultat werden wir erzielen, wenn wir diese oder jene Bedingungen erfüllen? — Es lege doch jeder Rübenzuckerfabrikant die Hand auf's Herz und frage sich selber, ob ihm auch nur der grössere Theil von Ursache und Wirkung klar ist.

Ich für meinen Theil muss wenigstens offen bekennen, dass ich vergebens in den bis jetzt veröffentlichten technischen Schriften gesucht habe, um mir Aufklärung darüber zu verschaffen, selbst in der „Vereinsschr. f. Rübenindustrie im Zollvereine,“ einer speciellen Fachschrift.

Ich sah mich daher auf mich selbst angewiesen, und so erlaube ich mir, die Resultate der Beobachtungen einiger Campagnen hiermit bescheidentlich der öffentlichen Meinung zu übergeben.

Die Resultate einiger Campagnen können ebensowenig vollkommen über ein Thema absprechen, als die Versuche an einem Orte, das weiss ich recht wohl, und eben deshalb erlaube ich mir die Mittheilung der folgenden Daten, um dadurch auch Andere zu veranlassen, an anderen Orten mit anderen Säften ähnliche Versuche zu machen und zu veröffentlichen, damit bald praktische Resultate erhalten werden. Denn es dürfte wohl mit einiger Sicherheit anzunehmen sein, dass ein so verschiedener Rohstoff wie der Rübensaft mit seiner Chamäleonnatur auch in dieser Beziehung sich verschieden verhält, und eben dies wäre interessant und lehrreich für die Runkelrübenzuckerfabrikation aller Länder. Ich hoffe, dadurch manchen

Industriegenossen auf einige Details in der Praxis aufmerksam zu machen, die ihm in diesen schweren Zeiten, wo die Steuerlast so gross geworden, vielleicht willkommen sein dürften; da die Preise des Zuckers einen so niedrigen Stand haben, dass sich die Rübenzuckerfabrikation in Deutschland fast nur noch dort rentirt, wo der Zuckerfabrikant zugleich Rübenpflanzer ist, um so in letzterer Eigenschaft durch die Fabrik von der höheren Rente der Felder zu leben.

Die Behandlung der Säfte nach der Scheidung scheint mir (neben der Gesundheit, dem Feuer und der Conservation derselben) hauptsächlich in drei Rubriken zusammengestellt werden zu können, die bestehen aus:

1. der Entfernung des Kalkes aus dem Safte,
2. der Entfärbung des Saftes, und
3. der Veredlung oder wirklichen Reinigung desselben von fremden Bestandtheilen.

Ad 1. Zur Entfernung des Kalkes besitzen wir viele Mittel, aber wenige davon haben aus ökonomischen sowohl als aus technischen Rücksichten eine praktische Anwendung finden können. Die Hauptfactoren hier sind die reine Kohlensäure und die thierische Knochenkohle. Ehe wir jedoch zur Betrachtung der durch beide Agentien erzielten Resultate übergehen, dürfte es wohl am Platze sein, sich über ein Verfahren zu verständigen, wie ihre Wirkung zu controliren, und in sprechenden deutlichen Zahlen zu fassen, kurz wie ein Maassstab zu finden ist, den man an ihre Wirkungen anlegen kann. Ohnedem ist an eine klare Uebersicht, an eine vergleichende Wirkung verschiedener Factoren, an ein beruhigendes Selbstbewusstsein des Fabricirenden, an eine scharfe und sich klar aussprechende Controle über diesen Theil der Fabrikation in allen verschiedenen Stadien gar nicht zu denken.

Es handelt sich also zunächst darum, wie der Kalkgehalt der Säfte zu ermitteln ist. Die Bestimmung des Kalkes in den geschiedenen Rübensäften hat bedeutende Schwierigkeiten. Wohl kann man sich des oxalsauren Ammoniaks bedienen, welches den Kalk herausfällt, den man dann ruhig absetzen lässt. Nach mehreren Stunden kann man die Flüssigkeit abfiltriren, den Rückstand mit heissem Wasser genügend aussüssen, darauf trocknen, glühen und wägen, um darnach den Procentsatz an Kalk auf die ursprüngliche Saftmenge zu berechnen. Dies ist unstreitig das Genaueste, und sollte dann und wann nicht unterlassen werden, um bei verschiedenen Fabrikations-

methoden eine genaue und sichere Controle zu haben. So fand sich z. B., dass, bei Versuchen über Maumené's Verfahren, der drei Monate lang aufbewahrte Saft, dem

4,54 % Aetzkalk (= 6 % Kalkhydrat) zugesetzt war = 2,1384 % Kalk
3,02 % „ (= 4 % „) „ „ = 1,68 % „
1,89 % „ (= 2,5 % „) „ „ = 1,0136 % „

in seiner klaren Lösung enthielt, wobei der Saft seinen Zuckergehalt von 12 Proc. bis Anfang Mai vollkommen conservirt enthielt.

Daraus scheint ein bestimmtes Verhältniss der Menge des im Rübensafte gelösten Kalkes zu der zugesetzten Kalkquantität (wenigstens bei der kalten Scheidung in langer Zeit) obzuwalten, und es dürfte anzunehmen sein, dass ein ähnliches Verhältniss bei der gewöhnlichen warmen Scheidung stattfindet.

Diese Kalkbestimmungsmethode mit oxalsaurem Ammoniak erfordert aber eine gewandte und sichere Hand zur Ausführung, und dauert circa 2 Tage. Der praktische Fabrikant erführe mithin das Resultat später, als er es für den Betrieb nöthig hat, und die Praxis, die so mit raschem unaufhaltsamen Schritte dem Versuche vorauseilt, könnte keinen Nutzen mehr für den täglichen Betrieb daraus ziehen. Der Versuch wäre mithin für diesen Zweck so ziemlich verfehlt; so sehr er auch dann und wann im Laboratorium zu empfehlen ist, so wenig genügt eine solche Bestimmung für den praktischen Rübenzuckerfabrikanten, da sie zu schwierig und zeitraubend ist, um während des Betriebes rasch in einigen Minuten auf eine klare und sprechende Weise ausgeführt werden zu können, sie ist daher nicht praktisch. Der praktische Rübenzuckerfabrikant ist während der Dauer der Campagne, wo seine Aufmerksamkeit durch die sich drängenden Arbeiten so vielfach in Anspruch genommen, genöthigt, eine peinliche und für den praktischen Betrieb in der Fabrik auch ganz unnöthige Genauigkeit zu opfern, um zu so raschen und so entschiedenen Resultaten zu kommen, dass er noch rechtzeitig nach diesen den praktischen Betrieb reguliren kann, um den höchstmöglichen Ertrag an krystallisirtem Zucker zu erzielen.

Fasst man nämlich Kalk, Kali und Natron vielleicht unter dem Namen »Alkalinität« der Säfte zusammen, so ist Nichts einfacher und schneller auszuführen, als die Bestimmung eben dieser Summe von Alkalinität.

Will der rationelle Fabrikant davon die Menge Kali und Natron wieder abziehen, so kann er dies auf die Voraussetzung hin, dass circa

80 Proc. vom Gewichte der Rübenaschen Alkalien sind (s. Hochstetter S. 18) und jedem intelligenten Fabrikanten der Aschengehalt der von ihm verarbeiteten Rübensorten bekannt sein muss.

In mehreren Fabriken Frankreichs und Deutschlands traf ich ein Verfahren zur Ermittelung der Alkalinität der Säfte, welches (wenn auch nicht als etwas Neues) ich hier doch beschreiben will, um dessen Einführung in vielen Fabriken wieder anzuregen.

Es beruht nämlich darauf, dass Kalk, Kali und Natron durch eine Säure (sehr verdünnte Salzsäure, Salpetersäure etc.) gesättigt werden, welcher Sättigungspunkt durch die bekannten Reagenzpapiere leicht zu ermitteln ist. Die Verdünnung der Säure wird der Art regulirt, dass ein bestimmtes Volumen reinen, eben durch Papier filtrirten Kalkwassers von bestimmter Temperatur durch ein gleiches Volumen verdünnter Säure (die wir jetzt »Probesäure« nennen wollen) genau gesättigt wird. Nach dem französischen Maass- und Gewichtssystem ist das Volumen leicht auf Gewicht zu reduciren, wenn man die specifische Schwere der Körper noch in Betracht zieht. Die nach dieser Methode erhaltenen Angaben drücken eigentlich nur aus, wieviel der geläuterte oder filtrirte Rübensaft an Alkalinität mehr oder weniger besitzt, als in einem gleichen Volumen Kalkwasser an Kalk gelöst ist. Dies genügt aber auch für den praktischen Rübenzuckerfabrikanten, sobald er weiss, wie viel Kalk in dem von ihm zur Norm genommenen Kalkwasser enthalten war. Kalkwasser von 15° Temperatur enthält z. B. circa 0,136 Proc. Kalk, hat nun der geschiedene Saft z. B. 2 mal so viel, so enthält er in 100 Thln. Saft consequenter Weise 2 . 0,136 = 0,272 Alkalinitat. Enthielte der Dicksaft z. B. nur 0,30 (= $^3/_{10}$) so viel Kalk, so besässe er auch nur 0,3 . 0,136 = 0,040 Proc. Alkalinität.

Hiernach dürfte der Praktiker sich ein klares Bild über die jedesmalige Alkalinität der Rübensäfte, sowie deren Bestimmung verschaffen, nur muss die Probesäure oft auf ihre Richtigkeit geprüft werden, ob dieselbe genau dasselbe Volumen Kalkwasser sättigt.

Titrestellung der Salzsäure zu diesen Versuchen.

Reine, oder in Ermangelung derselben, käufliche Salzsäure wird mit Wasser stark verdünnt, 10 C.C. davon mittelst einer Pipette in ein Becherglas gegeben, und einige Tropfen Lackmustinctur bis zur schwachen Röthung hinzugefügt. Man füllt sodann eine Quetschhahn-

bürette bis zum Nullstrich mit vollkommen klarem, frisch bereitetem Kalkwasser*), und lässt unter Umrühren mit einem Glasstabe soviel in die verdünnte Salzsäure fliessen, bis der letzte Tropfen eine bläuliche Nüance hervorruft, welche nach längerem Umrühren nicht verschwindet. Gesetzt es seien 65,4 C.C. Kalkwasser hierzu verbraucht worden, so müssen obige 10 C.C. Salzsäure zu 65,4 C.C. verdünnt werden. Soll nun 1 Litre dieser Probesäure bereitet werden, so ergiebt sich durch einfache Rechnung, dass 152,9 C.C. der verdünnten Salzsäure noch mit so viel Wasser verdünnt werden müssen, um eben 1 Litre Probesäure darzustellen. — Um von diesem Verfahren in den Zuckerfabriken bequem Gebrauch machen zu können, bedient man sich am zweckmässigsten einer an dem einen Ende zugeschmolzenen Glasröhre von 50 C.C. (in $^1/_5$ C.C. getheilt). Füllt man diese Röhre bis zum 10. Theilstriche mit der durch einige Tropfen Lackmustinctur roth gefärbten Salzsäure, so müssen gerade 10 C.C. Kalkwasser verbraucht werden, um den Uebergang von Roth in Blau hervorzubringen. Würde man nun bei einem geschiedenen Safte, der zur Vorsorge durch Fliesspapier in die Proberöhre filtrirt wird, bis zum 10. Theilstriche Saft geben, und z. B. genöthigt sein, bis zum 30. Theilstriche der Scala Probesäure bis zur Sättigung seiner Alkalinität zuzusetzen; so würde daraus folgen, dass dieser Saft 2 mal so viel Alkalinität besässe, als das Kalkwasser Kalk enthielt. Wäre aber nöthig gewesen, bis zum 25. Theilstriche Probesäure zuzutröpfeln, um den Sättigungspunkt zu erreichen, so enthielte der Saft nur 1,5 (d. h. $1^5/_{10}$ oder $1^1/_2$) mal so viel Alkalinität als Kalk in Kalkwasser enthalten.

Die Vergleichung des Kalkgehaltes der Rübensäfte gegen die Menge, welche im Kalkwasser enthalten ist, hat auch der gediegene und verehrte Herr Medicinalrath Michaëlis bei seinen Untersuchungen der Rübensäfte (Zeitschr. d. Ver. f. Rübenindust. Bd. 5) befolgt. Man darf dieses Verfahren daher wohl allgemeiner annehmen.

Man kann sich aber auch der Normalsäure nach Dr. Mohr's Titrirmethode bedienen. 1 C. C. dieser Normalsäure (die in jeder chemischen Fabrik gekauft werden kann) ist gleich 0,028 Gramm Kalk. 100 C.C. Kalkwasser erforderten nach seinen Versuchen (S. 79, Bd. 1) 4,87 C.C. Probesalpetersäure. Die Lösung enthielt daher (4,87 : 0,028 =) 0,1363 Gramm Kalk oder ebenso viel Procente.

100 C.C. frischbereitetes heisses Kalkwasser (auf 14° abgekühlt)

*) Bei der Bereitung desselben schüttet man die beiden zuerst aufgegebenen Portionen Wasser ab und benutzt erst den dritten und die folgenden Aufgüsse.

enthielt = 0,0774 Proc. Kalk. 100 C.C. frischbereitetes in Schnee gekühltes Kalkwasser enthielt 0,140 Proc. Kalk.

Man füllt zu diesem Behufe die Bürette, Fig. 106, mit der Normalsäure bis zum Nullpunkte, misst mittelst einer Pipette 100 C.C. des zu untersuchenden Rübensaftes in ein Becherglas oder in eine Porcellanschale ab, welche man auf das Stativ unter der Bürette setzt, fügt einige Tropfen Lackmustinctur hinzu, und lässt bis zur vollkommenen Neutralisation Normalsäure zufliessen. Die verbrauchten Cubikcentimeter der letzteren werden dann abgelesen, mit 0,028 multiplicirt, wodurch der procentische Gehalt an Kalk (plus Alkalien) sich ergiebt.

Fig. 106.



Im Folgenden ist jedoch stets angegeben, wie viel Alkalien und Kalk mehr oder weniger in der Lösung enthalten sind, als Kalk in Kalkwasser.

Auf diese Weise kann man sich also auf das Einfachste eine einigermaassen **annähernde** Rechenschaft davon geben, wie die Alkalinität der Säfte in den verschiedenen Stadien der Fabrikation abgenommen. Von welchem praktischen Werth diese Ermittelungen sind, dürfte aus folgenden der Praxis entnommenen Zahlen bei zwei verschiedenen Fabrikationsmethoden zu entnehmen sein:

A. Mit Kohlensäure.

			wirkl. Proc.
Rübensaft geschieden	= 2,50	Alkalinität	= 0,34
Nach Sättigung des Kalkes durch Kohlensäure	= 0,66	„	= 0,090
Nach der 1. Filtration	= 0,45	„	= 0,061
Nach der 2. Filtration	= 0,30	„	= 0,04

B. Ohne Kohlensäure
(aber Vorkochen bis 10° Bé.).

		wirkl.	Proc.
Rübensaft geschieden	= 2,50	Alkalinität	= 0,34
Nach dem Vorkochen bis 10° Bé.	= 1,80	„	= 0,245
Nach der 1. Filtration	= 0,80	„	= 0,109
Nach der 2. Filtration	= 0,65	„	= 0,088

das heisst der geschiedene Saft hatte (im Beispiele A.) 2,50 (= $2^5/_{10}$ oder $2^1/_2$) mal so viel Alkalinität, als Kalk im Kalkwasser enthalten ist; während der durch die Kohlensäure gesättigte nur noch 0,66 (das heisst $^{66}/_{100}$) soviel Alkalinität besass, als Kalk im Kalkwasser enthalten ist.

Hierbei sind also 2,50 — 0,66 = 1,84 Alkalinität, entsprechend 1,84 . 0,136 = 0,250 Proc. Kalk abgeschieden worden; oder ebenso viel als im Beispiele B. durch die ganze Filtration absorbirt wurde.

Jeder Fabrikant, der die Gewogenheit hatte, obige Zahlen einer näheren Aufmerksamkeit zu würdigen, wird wohl zugestehen, dass die Differenzen derselben gross genug sind, um einen schnellen Ueberblick zu gewähren, und die Zahlen nicht nur interressant, sondern auch von so grosser Wichtigkeit sind, dass sie wohl verdienen, dem praktischen Betriebe zu Grunde gelegt zu werden. Wenn der allergrösste Theil des Kalkes durch die Kohlensäure entfernt wird oder werden kann, so geschieht dieses erstens weit billiger als mittelst Knochenkohle, da die Kosten der Wiederbelebung durch Anwendung einer geringeren Menge Salzsäure sich vermindern, die Kohle ausserdem durch die Salzsäure mehr oder weniger angegriffen wird, und einen um so grösseren Abfall erleidet, je mehr Salzsäure angewendet wird, und zweitens ist es eine entschiedene Thatsache, dass die Kohle besser und stärker entfärbend wirkt auf Säfte, welche sich dem neutralen Zustande nähern, als auf solche, die stark alkalisch reagiren.

Herr Dr. Stammer führt (Dingl. polyt. Journ. Bd. CLIV) an, dass die Kohlensäure dem geschiedenen Safte 50 Proc. seines Kalkgehaltes entzöge, und dass Kohle (möglichst entkalkt) aus dem Safte 60 bis

70 Proc. Kalkgehalt absorbirte (wie viel Procent Kohle vom Safte ist dabei nicht angegeben).

Bei Kohle von ausgezeichneter Beschaffenheit mag die Wirkung der Kalkabsorption um ein Weniges grösser sein, als die der Kohlensäure; bei der Beschaffenheit der in den Fabriken gewöhnlich angewandten Knochenkohle ist ihre Wirkung in dieser Hinsicht nahezu gleich zu schätzen, und daraus folgt consequenter Weise die ausserordentliche Wichtigkeit der Kohlensäure für den rationellen Fabrikanten. Ihr Effect ist also, was Kalkabsorption anbetrifft, so gross, als der der ganzen Filtration, die Anlage und Betriebskosten sind verhältnissmässig gering und unbedeutend; es scheint mir daher ein Suchen nach anderen Kalkabsorptionsmitteln praktisch noch gar nicht gerechtfertigt zu sein.

Wenn man aber die Wirkung der Kohlensäure nach Procenten der ganzen Alkalinität des geschiedenen Saftes taxiren will; so scheinen mir zwei Umstände dabei wohl berücksichtigt werden zu müssen. Der Gehalt an Alkalinität des geschiedenen Saftes ist nicht immer gleich in den verschiedenen Jahren; sondern wechselt je nach der Qualität der Rübe.

Oben führte ich z. B. die Alkalinität der geschiedenen Säfte zu 2,50 ($2^1/_2$) mal soviel als im Kalkwasser an; während sie in anderen Jahrgängen nur 1,50 bis 1,80 ($1^1/_2$ bis $1^8/_{10}$) betrug. Michaëlis verlangt (Zeitschr. d. Ver. f. Rübenindust. Bd. 5), dass der geschiedene Saft gerade so viel Kalk, als im Kalkwasser Kalk ist, enthalte, was wohl nur bei guten Rüben möglich sein dürfte.

Der zweite Punkt, der dabei berücksichtigt werden muss, ist der, wie weit die Fällung des Kalkes durch Kohlensäure getrieben wird. Der Eine sättigt den Kalk der Säfte nicht ganz, ein Anderer giebt an, er nehme gerade die richtige Menge Kalk fort, ein Dritter wieder übersättigt seine Säfte. Was meinen nun alle diese Redensarten, wenn nicht bestimmte Zahlen und Ziffern den Begriff, den Jeder damit verbindet, näher verdeutlichen? Ohne einen bestimmten und präcisirten Ausdruck der Thatsachen sind wir nicht in der Lage zu vergleichen, noch weniger zu rechnen.

Eine interessante Thatsache ist diejenige, dass, wenn der geschiedene Rübensaft bis 10° Bé. eingedickt wird, sich der Kalkgehalt trotz der Eindickung bei der er sich doch eigentlich in demselben Verhältnisse vermehren sollte, um ein Bedeutendes vermindert, wie aus obiger Tabelle B. zu ersehen, dies scheint mir denn auch der Grund zu sein,

weshalb die Vorkochung bis 10° Bé. in einigen Fabriken so beliebt ist, und hier kostet gewissermaassen die Kalkabsorption Nichts als Brennstoff und Arbeit. Es legt sich der Kalk, der sich beim Kochen ausscheidet, nämlich auf die Heizschlangen, und verhindert so die Wärmemittheilung, so dass die Schlangen oft von der Kalkkruste befreit werden müssen. Die Anlage kostet ebenso viel nahezu, als bei der Kohlensäure, der Zweck wird aber, wie obige Zahlen beweisen, lange nicht so vollständig erreicht.

Einige Praktiker behaupten, sie verjagten durch dieses Vorkochen das Ammoniak, und sie irren in Nichts, als indem sie Ursache und Wirkung verwechseln; denn erst durch das Vorkochen wird das Ammoniak **gebildet**, das sich dann bei dieser hohen Temperatur allerdings verflüchtigt; aber damit hört die Ammoniakbildung keineswegs auf. Sobald der Rübensaft, der immer noch Kalk und stickstoffhaltige Substanzen enthält, abermals verdampft wird, bildet sich von Neuem Ammoniak, und dies geht so fort, bis er einige 20° Bé. stark nochmals filtrirt zum Kochen gelangt. Nach der Analyse des Herrn L. **Krieg** fand sich im Condensationswasser des zweiten **Robert**'schen Apparates von Säften, nach dieser Methode bearbeitet, ein Ammoniakgehalt von 0,3 bis 0,5 Proc., was wohl beweisen dürfte, dass bei der Vorverdampfung bis 10° Bé. eben nicht alles Ammoniak „verjagt" ist, wie man sich auszudrücken pflegt, sondern dass dasselbe auch bei niedrigeren Temperaturen in den Abdampfapparaten später gebildet wird.

Durch das Kochen des Rübensaftes mit Kalk und Alkalien werden allerdings organische Substanzen zerlegt, wie die Bildung von Ammoniak beweist, und deshalb legen viele Praktiker einen so hohen Werth darauf, und wollte man den Zweck der gänzlichen Zerstörung der organischen Verbindungen wirklich erreichen, so wäre man genöthigt, den Saft nicht nur bis zu 10° Bé., sondern wenigstens auf 1/3 Theil einzudampfen, da erst dann nebst der Beihülfe der Kohlensäure und energischen Filtration nach **Michaëlis** Untersuchungen (Bd. 2, S. 74) kein organisches Kalksalz mehr vorhanden ist und der Saft gut kocht.

Ein wenig Vorverdampfen hiesse also einen Schritt thun, der jedoch nicht zum Ziele führte; dann hat aber das Vorkochen den Uebelstand, dass der Saft mit den Alkalien gekocht wird. 1 Theil Aetzkali (das sich mit 5,422 Thln. Zucker verbindet) macht nach dem Aufkochen mit Zucker die Polarisation verschwinden von 0,63 bis 0,81 Theile (**Michaëlis** Bd. 1, S. 505 d. Zeitschr. f. Rübenzucker), wenn schon das Kali neutralisirt wurde.

Ist ferner Fruchtzucker oder veränderter Zucker in den Säften (im Frühjahre) vorhanden, so wird derselbe bekanntlich durch die Alkalien zersetzt, die Lösung färbt sich sehr dunkel, und ein entschiedener Nachtheil ist in diesem Falle die consequente Folge davon.

Bei gutem Safte mit unverändertem Zucker lehrt übrigens die Erfahrung, dass, wenn derselbe nach der Scheidung mit Kohlensäure behandelt und über gute Kohle filtrirt wird, dabei ein ähnliches, aber besseres Resultat erzielt wird, wie bei anhaltendem Vorkochen.

Es wird daher jene Substanz, die ein schlechtes Kochen der Säfte zur Folge haben könnte, entweder neben dem kohlensauren Kalke niedergeschlagen oder beim Filtriren über Kohle von dieser aufgenommen (Michaëlis Bd. 2, S. 79).

Meine Ansicht über die Entfernung der organischen Stoffe, die man doch durch Vorkochen mit Kalk (und Alkalien) zerstören will, ist die, dass wir nach anderen wirksameren Mitteln suchen sollten, dieselben in der Station vor der Filtration nach Belieben und so vollständig als möglich aus den Säften auszufällen, um dadurch alle jene halben Maassregeln unnöthig zu machen. — Tannin bietet die Möglichkeit einer solchen Ausfällung dar, und ich lebe der Hoffnung, dass wir bald einen so rationellen Schritt in der Behandlung der Rübensäfte thun werden.

Wir kommen nun zur Wirkung der Knochenkohle in Bezug auf Kalkabsorption, und müssen hierbei vor allen Dingen auf ihre Qualität Rücksicht nehmen, die den allergrössten Einfluss dabei hat; denn es ist wohl klar, dass Kohle, die schon mit Kalk übersättigt ist, nicht mehr so viel davon absorbiren kann, als wenn sich dieselbe noch im normalen Zustande befindet. Die früheren Arbeiten von Schatten geben darüber genügenden Aufschluss.

Eine andere Frage ist die, wie viel Kalk verschiedene Quantitäten Kohle absorbiren. Einige Versuche darüber gaben folgendes Resultat: Die Alkalinität der Rübensäfte bei den verschiedensten Sorten Kohle variirte bei Anwendung von

10	Proc.	Kohle	von	0,63	bis	0,33 =	59 Proc.
20 [1]	„	„	„	1,23	„	0,83 =	67 „
30	„	„	„	1,09	„	0,63 =	57 „
40	„	„	„	1,35	„	0,61 =	46 „
50	„	„	„	0,81	„	0,35 =	43 „

der ursprünglichen Alkalinität des geschiedenen Saftes.

[1]) Hier wurde mehr alte Kohle verwendet.

Diese Tabelle ist daher nicht ganz genau, weil verschiedene, mitunter sehr schlechte Sorten Kohle nicht in demselben Verhältnisse angewendet wurden; weil ferner die Rübensäfte bei so vielen Versuchen (hier 30) nicht immer dieselben waren; aber man sieht doch in der letzten Colonne (ausser bei 20 Proc. Kohle), dass eine übersichtliche Stufenleiter sich ergiebt, indem die Differenz von 59 bis 43 Proc. des Alkalinitätsgehaltes vom geschiedenen Safte durch verschiedene Mengen absorbirt wurde. Die Kalkabsorption ist übrigens zu gering im Verhältniss der grösseren Menge Kohle, was sich daraus erklärt, dass die Alkalinität nicht nur Kalk, sondern auch Alkalien repräsentirt, die schwerer von der Kohle absorbirt werden.

Einen genaueren Anhaltspunkt bieten folgende Daten, wo ganz neue, noch nicht wiederbelebte Kohle (also von ganz gleicher Qualität) dazu verwendet wurde, die gleiche Zeit hindurch auf den Saft wirkte.

Geschiedener Saft, dessen Alkalinität = 3,00 (d. h. 2mal so viel als im Kalkwasser) wurde sofort filtrirt

durch 20 Proc. neue Kohle = 1,66,
„ 30 „ „ „ = 1,16,
„ 40 „ „ „ = 0,83,

war nun seine durchschnittliche Alkalinität.

Hier steht also die absorbirte Menge der Alkalinität im genauen Verhältniss mit der Menge der angewandten Knochenkohle.

Beiläufig sei hier bemerkt, dass Rübensaft derselben Qualität zu gleicher Zeit mit reiner Kohlensäure behandelt wurde, und dabei ebenfalls zu 0,83 Alkalinität reducirt wurde. Hier wirkte also die Kohlensäure so viel wie 40 Proc. neuer Kohle, die eine Stunde lang mit dem Rübensafte in Berührung war.

Selbst die Form der Filtration scheint Einfluss auf die Entfernung des Kalkes zu haben, da bei der Filtration über mehrere Filter, also beim Uebersteigen das Filtrat nur 0,80 = ($^{80}/_{100}$) Alkalinität zeigte; während es sonst bei gleicher Menge und Güte der Kohle, bei gleicher Zeitdauer und gleicher Menge desselben Saftes über ein Filter 0,85 ($^{85}/_{100}$) Alkalinität hatte.

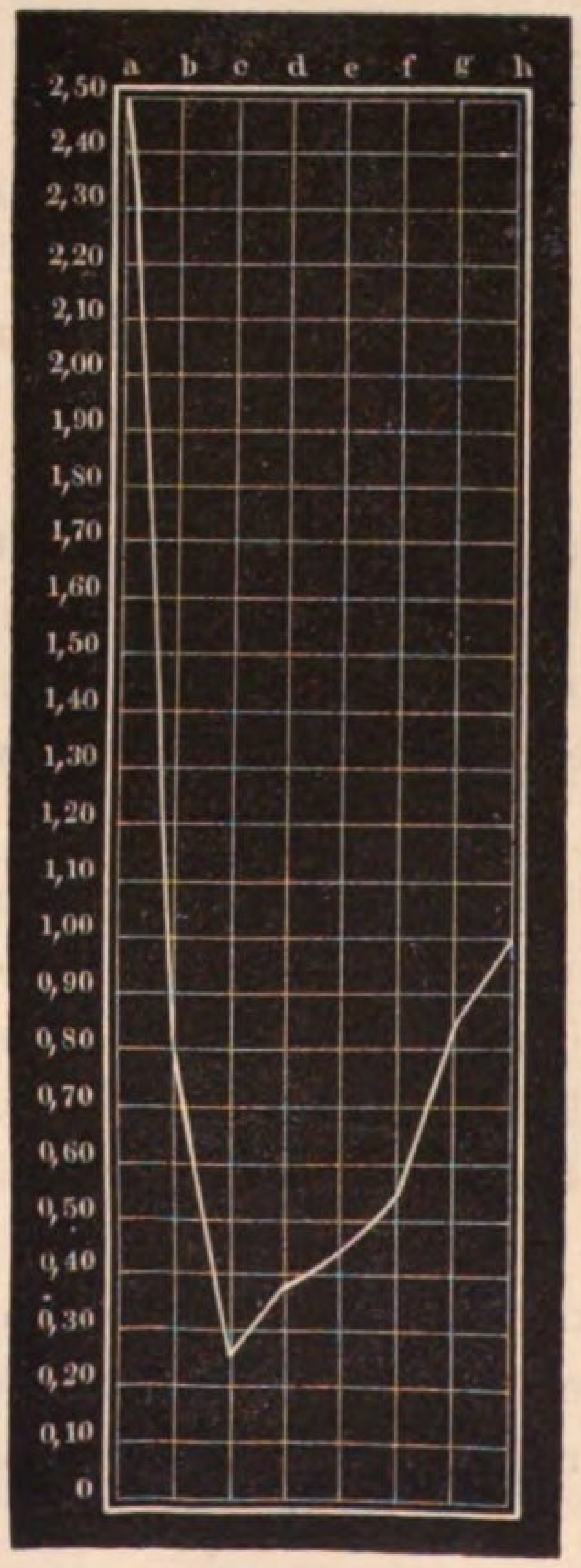
Sehr lehrreich und wichtig für die Praxis ist aber die Beobachtung des Gehaltes an Alkalinität eines Filters in den verschiedenen Stunden seines Laufes. Das Mittel aus mehreren Beobachtungen war folgendes:

Das Filtrat	der	1.	Stunde	ergab	0,27	Alkalinität	($^{27}/_{100}$)	
„	„	2.	„	„	0,39	„	($^{39}/_{100}$)	
„	„	3.	„	„	0,43	„	($^{43}/_{100}$)	
„	„	4.	„	„	0,54	„	($^{54}/_{100}$)	
„	„	5.	„	„	0,84	„	($^{84}/_{100}$)	
„	„	6.	„	„	1,00	„	1.	
			Durchschnitt	ergab	0,58	„	($^{58}/_{100}$)	

oder um ein Unbedeutendes mehr Alkalinität als die Hälfte des Kalkes im Kalkwasser. Aber nur die ersten 2 bis 3 Stunden filtrirte Dicksaft; die folgenden Stunden Dünnsaft. Der Dicksaft hatte demnach durchschnittlich nur 0,36 ($^{36}/_{100}$) Alkalinität oder $^1/_3$ soviel als im Kalkwasser.

Eine auffallende Thatsache hierbei ist noch die, dass das Süsswasser bei Weitem alkalischer abfliesst als der Saft; so hatte z. B. der durchschnittliche Dünnsaft 0,48 Alkalinität bei 20,5 Proc. Bg. (= 11,3° Bé.) Dichtigkeit, während das Süsswasser bei 5 Proc. Balling (oder 2,7° Bé.) eine Alkalinität von 0,50 zeigte. Würde man diese Dichtigkeit auf die ursprüngliche reduciren, wohin doch durch Eindicken unstreitig das Süsswasser gebracht wird; so wird die Alkalinität eine enorme.

Fig. 107.



Es scheint demnach, als ob das Süsswasser vermöge seiner geringeren Dichte wieder Alkalien aus der Kohle löste, und in diesem Falle würde vielleicht ein längeres Auf- und Ablaufen von Wasser über den ausgesüssten Filter zum Auswaschen von Nutzen sein, da diejenigen Alkalien, die auf so einfache Art und Weise aus der Knochenkohle entfernt werden, nicht durch Säure neutralisirt zu werden brauchen.

Eine hübsche Uebersicht und ein klares deutliches Bild des ganzen Vorganges gewährt Fig. 107, enthaltend die

Graphische Darstellung der Alkalinität der Rübensäfte in den verschiedenen Stadien der Fabrikation.

Erklärung: Die Zahlen von 2,50 bis 0

bezeichnen den Grad der Alkalinität, also von 2,5 (2½) soviel Alkalinität als Kalk im Kalkwasser bis 0.

Die Buchstaben oben bezeichnen die verschiedenen Stadien der Fabrikation:

a. Nach der Scheidung.
b. Nach der Fällung durch Kohlensäure.
c. In der 1. Stunde der Filtration.
d. „ „ 2. „ „ „
e. „ „ 3. „ „ „
f. „ „ 4. „ „ „
g. „ „ 5. „ „ „
h. „ „ 6. „ „ „

Wir kommen nun zum zweiten Punkte, nämlich der Entfärbung der Säfte. Die Farbe des Rübensaftes ist zwar von geringerer Wichtigkeit, da sie mit seinem wahren Werthe nicht immer (wenn auch oft) im genauen Verhältnisse steht; d. h. eine dunkle Zuckerlösung resp. Rübensaft kann unter Umständen bedeutend mehr Zucker ausgeben, als eine andere von weit hellerer Farbe, und da die Menge des erzielten Productes stets die Hauptsache ist, so kommt die Farbe erst in zweiter Linie in Betracht, indem sie nur ein verkäuflicheres Product bedingt, was in manchen Fällen freilich von nicht zu unterschätzender Wichtigkeit sein könnte, und eine näher eingehende Betrachtung wohl rechtfertigen dürfte.

Die Mittel, welche wir besitzen, die Entfärbung zu messen und in vergleichenden Zahlen ausdrücken zu können, bewegen sich mehr oder weniger in engen Grenzen. Es fehlt hierbei eigentlich die Einheit oder die Grundlage für alle Fälle, mit denen jede Farbe der Säfte zu vergleichen wäre. Ohne eine solche unwandelbare Einheit ist aber kein absolutes Resultat zu erzielen; sondern höchstens relativ vergleichende Zahlen. Wir erfahren durch die bis jetzt bekannten Instrumente stets nur, wie viel heller oder dunkler eine Flüssigkeit im Verhältniss zu einer andern ist; weiter Nichts. — Dasselbe Resultat kann man aber auch einfacher und mit weniger Mitteln erzielen. Nimmt man nämlich zwei solcher Gläser[1]), wie man sie nach obigen Angaben in der Fabrik zur Bestimmung der Alkalinität der Säfte im praktischen Betriebe benutzt, und füllt das eine derselben mit dem helleren Safte, das andere dagegen bis zu irgend einem Theilstriche mit dem dagegen zu

[1]) Herr Lenoir in Wien fertigt dergleichen Gläser für Zuckerfabriken an.

vergleichenden Safte; so kann man durch Zugabe von Wasser den dunkleren Saft so weit verdünnen, bis er dieselbe Farbe wie der hellere Saft angenommen hat und man erfährt dadurch, um wieviel man den dunkleren Saft mit Wasser verdünnen musste, damit er eine ebenso helle Farbe annehme; der Scheidesaft z. B. sei bis zum 10. Theilstriche des Glases eingefüllt, während der zweimal filtrirte helle Saft im andern Glase desselben Kalibers zum Vergleiche diene; und man sei genöthigt bis zum 20. Theilstriche des Glases Wasser zum Scheidesafte zu giessen, damit eine Farbengleichheit stattfände; so könnte man sagen, der Scheidesaft ist noch einmal so dunkel als der filtrirte. Für die Praxis bequemer ist aber die Ausdrucksweise, dass man nur die Zahl des Theilstriches angiebt, welche man nach der Verdünnung mit Wasser wirklich abliest; hier also 20, dazu muss aber immer bis zum 10. Theilstriche Saft genommen werden, und ich füge nur noch hinzu, dass man zur Verdünnung sich des klaren Kalkwassers zu bedienen hat, da gewöhnliches Wasser oft eine Trübung der Flüssigkeit hervorruft. Wir werden im Folgenden den Grad der Entfärbung stets in denselben Zahlen angeben, wie sie am Spiegel der verdünnten Lösung am Theilglase abgelesen wird, also in dem Falle, wie oben bemerkt, z. B. 20, indem wir der Ueberzeugung treu bleiben, dass für den praktischen Betrieb in Runkelrübenzuckerfabriken das Einfachste das Beste ist.

Zur Grundlage der Vergleichung nehmen wir das erste Stadium des klaren Saftes, nämlich den geschiedenen Rübensaft, wobei wir freilich dem Uebelstande begegnen, dass auch der Scheidesaft nicht immer die gleiche Farbe besitzt. Die Qualität der Rübe, die Methode ihrer Cultur, die Zeit ihrer Verarbeitung, die grössere oder geringere Sorgfalt und Erkenntniss der wahren Bedingungen beim Aufbewahren der Rübe, die grössere oder geringere Menge Kalk, die bei der Scheidung angewendet wurde, üben alle einen nicht zu verkennenden Einfluss auf die Farbe des geschiedenen Saftes, und es wird daher Rübensaft in diesem Stadium der Fabrikation eigentlich nur deshalb zu Grunde gelegt, weil nichts Besseres bekannt ist, so dass diese Methode immerhin mit gewissen Mängeln behaftet bleibt.

Wohl hat man Instrumente construirt, die Farben zu messen, und ihnen schöne Namen gegeben; aber für die Rübensäfte ist die Farbebestimmung nicht so wesentlich, dass wir ihrer bedürften. Einen grossen Einfluss auf die Entfärbung übt die grössere oder geringere Feinheit der Kohle; denn in je feinerer Körnung dieselbe Menge Kohle unter

denselben Verhältnissen bei der Filtration angewandt wird, ein desto grösserer Effect wird in Hinsicht der Entfärbung erzielt werden. Nur die praktische Möglichkeit der Filtration steckt hier die Grenzen. Beiläufig sei hier bemerkt, dass man die Feinheit der Knochenkohle am Besten nach der Grösse der Maschen der Siebe (36 Maschen per Quadratzoll) bestimmt, durch welches sie vor ihrer Anwendung ging.

Einen anderen Einfluss übt die Menge der angewendeten Knochenkohle aus unter sonst gleichen Umständen. Im Mittel von einigen 20 Versuchen fand ich bei Knochenkohlen der verschiedensten Qualität bei gleicher Körnung und gleicher Zeitdauer der Einwirkung, dass

10	Proc.	Knochenkohle	entfärben	bis 18,
20	„	„	„	„ 22,
30	„	„	„	„ 32,
40	„	„	„	„ 38,
50	„	„	„	„ 66.

Die Entfärbung nimmt also ganz entschieden im Verhältniss der Menge der angewendeten Knochenkohle zu.

Ebenso hat die Qualität der Knochenkohle sehr grossen Einfluss. Gleiche Mengen Kohle verschiedener Qualität gaben bei gleicher Körnung und gleicher Zeitdauer der Einwirkung

eine	Entfärbung	von	60	bei neuer frisch geglühter Knochenkohle,
„	„	„	34	bei etwas gebrauchter Raffinirkohle,
„	„	„	27	bei gebrauchter Kohle von 12,4 % Kalkgehalt,
„	„	„	20	„ „ „ „ 13,5 % „

Doch darf daraus nicht der Schluss gezogen werden, dass der grosse Kalkgehalt der Kohle allein die geringe Entfärbung verschuldete. Lange gebrauchte Kohle, die namentlich selten einer energischen Gährung zur Fortschaffung der aus den Rübensäften aufgenommenen Substanzen unterworfen wurde, wird dadurch in den Poren verstopft, und ihre Absorptionsfähigkeit (ganz abgesehen von dem Kalkgehalte derselben) für die Farbstoffe derselben vermindert.

Auch die Form der Filter; sowie die Art und Weise der Filtration hat Einfluss auf die Entfärbung, da die doppelte Filtration (das sogenannte Uebersteigen) z. B. eine Entfärbung von 36; während dieselbe Menge Kohle in einem Gefässe nur 27 giebt unter sonst gleichen Umständen. Eine noch geringere Entfärbung wurde erhalten, als anstatt eines mehr hohen als breiten Gefässes ein mehr breites und niedriges Gefäss angewendet wurde.

Wenn demnach die Form der Filter schon nicht ohne Einfluss ist, so ist um so mehr die Art und Weise der Filtration von der allerentschiedensten Wirkung, und es lassen sich dadurch in Bezug auf Farbe sehr hübsche Resultate erzielen, die in einigen Fällen der Praxis von grossem Nutzen begleitet sein können.

Ehe wir dieses Capitel schliessen, müssen wir noch den Gang eines Filters, d. h. die Abnahme der Entfärbung der filtrirten Rübensäfte, in verschiedenen Zeiten näher betrachten:

Die Entfärbung eines Dünnsaftes war z. B.

in	der	1.	Stunde	=	120,
"	"	2.	"	=	100,
"	"	3.	"	=	80,
"	"	4.	"	=	50,
"	"	5.	"	=	40,
"	"	6.	"	=	20.

Hieraus erhellt die Abnahme recht deutlich und der richtige Fingerzeig, eine stets gleiche, sehr helle Waare zu erzielen, ist damit gegeben.

Viele Fabrikanten glauben, dass die grössere oder geringere Concentration der Säfte einen Einfluss auf die entfärbende Kraft der Knochenkohle ausübe, und wenn diese Thatsache auch nicht zu leugnen ist, so dürfte sie doch nicht in so grossem Maassstabe als sicher hinzustellen sein, als dies oft von den Praktikern geschieht. Kohle, welche Dicksaft nur bis 20 entfärbte, decolorirte den darauf folgenden Dünnsaft allerdings bis 60; dies scheint mir jedoch kein erhebliches Resultat zu sein in Hinsicht auf die im Obigen mitgetheilten Daten, und ich glaube daher, dass dieser Umstand im Praktischen oft überschätzt wird, wozu die an und für sich hellere Farbe des Dünnsaftes (seiner Vermischung mit Wasser wegen) wohl Veranlassung gegeben haben mag.

Der durchschnittliche Dünnsaft im praktischen Betriebe zeigt, je nachdem er von den Filtern läuft, eine Entfärbung von 30 bis 80 gegen den geschiedenen Saft; der Dicksaft hingegen, wie er aus dem Reservoire zum Kochen gelangt, muss 20 bis 80 gegen den geschiedenen Saft entfärbt sein. Diese Ermittelungen der Farben des Durchschnittssaftes in den zwei Stadien der Fabrikation erlauben eine leichte Controle der Art und Weise der ganzen Filtration und geben einen Anhaltspunkt zu Vergleichen und Urtheilen.

Das Entfärbungsvermögen der Knochenkohle für eine Auflösung

von Indigo in Schwefelsäure kann hierbei um so weniger als Maassstab genommen werden, als es nach Muspratt (Bd. I, S. 795 seiner theoretischen, praktischen und analytischen Chemie) „eine schlagende Thatsache ist, dass die relativ entfärbende Wirkung, wie sie durch Indigo oder Syrup gemessen wurde, bei beiden Substanzen weit von der Identität entfernt ist". — Da der Rübenzuckerfabrikant nun aber eben nur Zuckersäfte zu entfärben hat, so ist es auch das Beste, dass er seine Versuche hiermit anstellt, um gleich für die Praxis maassgebende und in dieselbe leicht zu übertragende Resultate zu erhalten.

Im Gegensatze zu der befriedigenden Entfärbung durch Knochenkohle kann unter Umständen die Kohlensäure in Bezug auf Farbe eine ungünstige Wirkung hervorbringen; denn selbst reine Kohlensäure lässt die Säfte oft dunkler nach der Sättigung des Kalkes zurück, als dieselben im kalkhaltigen Zustande waren. Dies scheint besonders dann hervorzutreten, wenn die Rüben minderer Qualität waren, oder durch Aufbewahren etc. gelitten hatten; wenn nicht der Grad der Sättigung der Säfte mittelst Kohlensäure noch grösseren Einfluss darauf übt. Thatsache ist wenigstens die Beobachtung, dass durch nochmalige Zugabe von Kalk zum geschiedenen Safte und dessen Fällung (die jedoch nicht zu weit getrieben werden darf) eine Entfärbung erzielt wird, wie ich an a. O. nachgewiesen, während ein zu langes Einströmen der Kohlensäure dunkle Säfte verursacht.

Wir kommen nun zum dritten oder zum Hauptpunkte der Behandlung der Säfte, nämlich zur Veredlung derselben, oder zu ihrem wahren Werthe. Die Beurtheilung dieses Werthes ist mit ziemlich grossen Schwierigkeiten verknüpft, da ein kleiner Beobachtungsfehler eine grosse Rolle dabei spielen kann. Der Ausdruck, den wir dem Werthe des Saftes geben wollen, scheint mir nach den Angaben des verehrten Herrn Professor Balling sehr bezeichnend zu sein.

Jede Zuckerlösung hat nämlich um so mehr Werth, je mehr sie sich einer reinen Zuckerlösung nähert; so dass eine Lösung, welche ebenso viele Procente Zucker enthält, als sie an Balling's Procentenmesser anzeigt, im Verhältniss den höchsten Werth für den Fabrikanten besitzt, und derselbe wäre in diesem Falle 100. Herr Professor Balling nennt diese Zahl „Quotient", welchen Ausdruck wir hier unter dem Namen Reinheitsquotient beibehalten wollen, anstatt des hier zweideutigen Wortes „Werth". Jede Zuckerlösung ist daher um so viel weniger für den Fabrikanten werth, je weniger Zucker sie im Vergleiche zur Angabe an Balling's Procentenmesser oder im Verhält-

nisse zum specifischen Gewichte zeigt; da der Fabrikant in demselben Verhältnisse mehr fremde Stoffe abzuscheiden hat, was Kosten verursacht und zugleich weniger Zucker resp. Geld erzielt. Der Procentsatz dieses Verhältnisses soll also im Folgenden durch den Namen „Reinheitsquotient" bezeichnet werden.

Einige Beispiele werden dazu dienen, dies deutlicher zu machen.

Der rohe Rübensaft zeige z. B. an Balling's Spindel = 16 Proc., und habe in 100 Thln. 12,64 Proc. Zucker, so ergiebt sich der Reinheitsquotient aus diesem Verhältnisse allein (denn $16 : 12{,}64 = 100 : x$, woraus $x = \frac{100 \,.\, 12{,}64}{16}$) $= 79$. Dieser Saft von 16 Proc. Spindelanzeige hat demnach einen Reinheitsquotienten von 79, da von diesen 16 Thln. des Saftes 79 Proc. Zucker sind (denn $16 \,.\, 0{,}79 = 12{,}64$ Proc. Zucker). Verfolgt man nun dieses Verhältniss von Zucker und Nichtzucker durch alle Stadien der Fabrikation; so gewinnt man dadurch sowohl einen klaren Ueberblick über die Leistung jeder Operation im Einzelnen, als auch ein bestimmtes Urtheil über eine ganze Fabrikationsmethode.

So hatten z. B. die Durchschnittssäfte verschiedener Stationen in dem praktischen Betriebe folgende Reinheitsquotienten im Durchschnitt von 21 Untersuchungen:

1. Der Rohsaft		=16,0 Proc. Balling	12,64 Proc. Zucker	=79 Proc. Reinheitsquot.
2. Geschiedener Saft		=13,9 „ „	11,08 „ „	=79,7 „ „
3. Saturirter	„	=13,66 „ „	11,09 „ „	=81,2 „ „
4. Vorgekochter	„	=23,26 „ „	19,05 „ „	=81,9 „ „
5. 1mal filtrirter	„	=23,17 „ „	20,40 „ „	=88 „ „
6. 2mal filtrirter	„	=45,00 „ „	40,59 „ „	=90,2 „ „

Daraus ergiebt sich folgende graphische Darstellung der Reinigung und Veredlung der Rübensäfte:

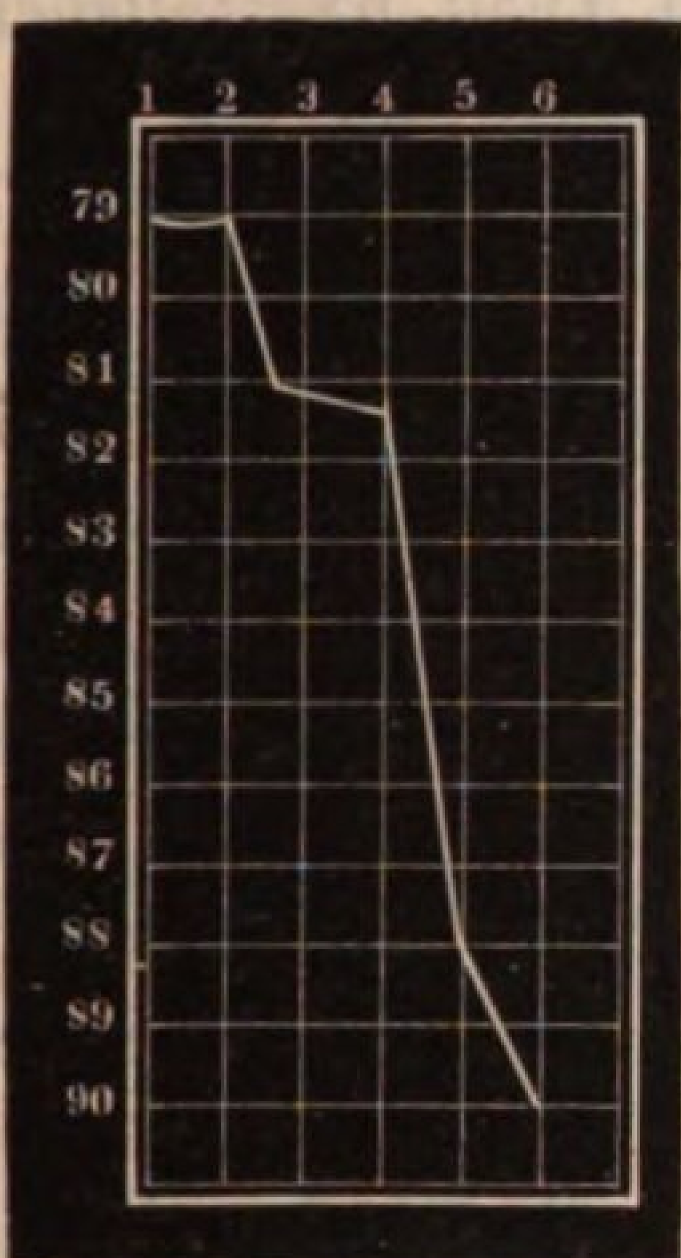
Die Zahlen 1 bis 6 oben, Fig. 108 a. f. S., bedeuten die verschiedenen Stadien der Fabrikation, die Zahlen links 79 bis 90 bedeuten die Reinheitsquotienten.

Auf diese Art und Weise lassen sich die Fabrikationsmethoden leicht versinnlichen und klar und deutlich übersehen.

Die Beobachtung dieser fortschreitenden Reinigung ist aber das Wesentlichste der ganzen Rübenzuckerfabrikation, und der Fabrikant, der diese Stationen stets genau beobachtet, wird einzig und allein nicht nur ein klares Bild der ganzen Fabrikation haben, sondern er wird auch stets von vornherein wissen, wie viel Zucker er aus 100 Thln. Saft resp. Füllmasse zu erwarten hat. So wird der Rübenzucker-

fabrikant, der sich des Polarisationsinstrumentes oder anderer verlässlicher Mittel zur Ermittelung obiger Daten rationell bedient, in den verschiedenen Stadien der Fabrikation nie überrascht sein von irgend einer noch so hohen oder geringen Ausbeute aus 100 Thln. Füllmasse; da er selbige vorher berechnete, da er vorher wusste, wie sie sich bildete. Daraus folgt aber consequenter Weise, dass dieser Fabrikant durch ein so klares Bewusstsein auch in der Lage ist, sich die Füllmasse so oder so, je nach seinem Willen und Gutdünken bilden zu können, wenn ihm die Mittel überhaupt geboten sind; denn er ersieht aus jenen Zahlen, wann, wo und wie er selbige anzuwenden hat, um dieses oder jenes Resultat zu erzielen, und er ist dadurch zugleich in die Lage versetzt, den Erfolg dieser angewandten Mittel controliren und reguliren zu können.

Fig. 108.



Noch klarer würde solche Uebersicht über die Veredlung der Säfte werden, wenn man anstatt dieses Reinheitsquotienten direct die Menge der auf 100 Thln. fremder Substanzen enthaltenen Zuckers mit Leichtigkeit anzugeben im Stande wäre. — Würde die Anzeige von Balling's Spindel den wirklichen Substanzgehalt, d. h. die festen Stoffe des Saftes angeben, so ist es klar, dass der Reinheitsquotient mit den Angaben des Polarisationsinstrumentes im Einklang stehen müsste. Nachdem aber der Substanzgehalt der Säfte nie genau durch die Balling'sche Spindel ermittelt werden kann, so ist stets eine je nach der Individualität der fremden Substanzen verschiedene Differenz vorhanden, welche sich nie gleich bleibt. Ich versuchte daher auch, sämmtliche Säfte bis 1,100 specifisches Gewicht theils eindicken, theils verdünnen zu lassen, um so noch klarere Zahlen zu haben; das Mittel mehrerer Untersuchungen war, dass

2. der geschiedene Saft 75 Theile Zucker in 100 festen Theilen hatte.
3. der saturirte „ 75 „ „ „ „ „ „ „
5. der 1mal filtrirte „ 85 „ „ „ „ „ „ „
6. der 2mal filtrirte „ 86,6 „ „ „ „ „ „ „

Diese Angaben sind deshalb so wichtig, weil daraus **unmittelbar** die Ausbeute an Zucker aus 100 Thln. fester Substanz der Füllmasse sich ergiebt, und der Fabrikant dadurch sofort weiss, welche

Füllmasse resp. welche Menge Zucker er erhalten würde in jedem Stadium der Fabrikation, wo er den Saft nicht weiter reinigte oder veredelte, sondern ihn direct zur Füllmasse eindickte. Nimmt man mit Ventzke an, dass 1 Theil Nichtzucker auch 1 Theil Krystallzucker praktisch ungewinnbar macht, so würde man z. B. im obigen Falle erhalten:

2. vom geschiedenen Saft mit 75 Proc. Zucker in 100 festen Theilen = 50 Proc. Zuckerausbeute aus 100 Füllmasse.
3. vom saturirten Saft mit 75 Proc. Zucker in 100 festen Theilen = 50 Proc. Zuckerausbeute aus 100 Füllmasse.
5. vom 1mal filtrirten Saft mit 85 Proc. Zucker in 100 festen Theilen = 70 Proc. Zuckerausbeute aus 100 Füllmasse.
6. vom 2mal filtrirten Saft mit 86,6 (bis 88) Proc. Zucker in 100 festen Theilen = 73,2 Proc. Zuckerausbeute aus 100 Füllmasse.

darin liegt, dass ein geschickter Fabrikant einen solchen bestimmten Procentsatz an Zuckerausbeute aus 100 Thln. Füllmasse erzielen kann, wie er ihn sich vorgenommen, vorausgesetzt, dass er das Polarimeter zu gebrauchen versteht, es wirklich zu Rathe zieht, und danach Alles organisirt.

Auf diese Art und Weise kann sich also der praktische Fabrikant leicht einen Calcül für seine Verhältnisse gründen, ob es sich lohnt, den Saft weiter zu veredeln und bis zu welchem Grade. Schade dabei ist nur, dass man den rohen Rübensaft nicht leicht nach derselben Methode prüfen kann, da derselbe bis 1,100 specifisches Gewicht gebracht werden müsste, was durch Eindicken (der Zersetzungen wegen, die roher Rübensaft erleidet) wohl nicht leicht thunlich ist und unter der Luftpumpe gar zu langsam von Statten geht; auch bildet sich beim Stehen stets ein Niederschlag; es fällt also ein Theil der festen Stoffe (oder des Substanzgehaltes) aus, und die Angabe von Zucker für 100 Thle. fester Stoffe würde danach unrichtig. — Es ist deshalb schade, weil man dadurch den Ausgangspunkt nicht genau kennt, von dem die Fabrikation beginnt, und diese Erkenntniss sollte doch stets das Erste sein, worauf man fusst, um ein vorgestecktes Ziel zu erreichen. Für die übrigen Saftstationen angewandt, ist aber diese Ermittelung der Menge Zucker in 100 festen Theilen sehr zu empfehlen. Man beseitigt dadurch eine Fehlerquelle, welche jeder Verhältnisszahl zwischen Zucker und Nichtzucker, wie man sie auch nennen mag, mehr oder weniger anklebt, und erhält dadurch rasche Aufschlüsse über die Fabrikation und über die Qualität der Füllmasse, mithin praktische Daten.

Ich habe daher versucht, eine Spindel von dem halben specifischen Gewichte = 0,1488 anzuwenden, und das erhaltene Resultat mit 2 zu multipliciren, um dadurch theils auch den Rohsaft mit in Rechnung ziehen zu können, theils leichter zu manipuliren.

Wohl ist diese Methode überhaupt nicht ganz genau, da das specifische Gewicht der Lösungen, die Salze enthalten, höher ist als von reinen Zuckerlösungen; aber dieser Umstand könnte in diesem Falle nur dazu dienen, den Grad der Reinigung der Säfte in den verschiedenen Stationen deutlicher hervortreten zu lassen, als es sonst der Fall sein würde. Ebenso sind die aus diesen Angaben berechneten Ausbeuten an Zucker nicht ganz richtig, da dabei keine Rücksicht auf die Natur der fremden Stoffe im Safte genommen werden konnte, die doch so entscheidend dafür ist. Diese Zahlen können immer nur als Anhaltspunkte dienen, deren sich die Praxis indessen mit grossem Vortheile bedienen kann.

Aus den in Obigem mitgetheilten Zahlen der realen Zuckerausbeute aus 100 Thln. fester Stoffe des Saftes in einigen Stationen der Fabrikation erhellt wohl zur Genüge die Wichtigkeit der Prüfung der Reinheit der Säfte, doch kann dem praktischen Fabrikanten, dem darum zu thun ist, bei Behandlung der Säfte eine bessere Entfärbung und eine möglichst grosse Kalkabsorption zu erzielen, eine solche Prüfung der fortschreitenden Reinigung der Säfte nie dringend genug angerathen werden; denn es ist dies als der Cardinalpunkt zu betrachten, der bei der Rentabilität der Fabrikation eine grosse Rolle spielt.

Gewöhnlich werden die Fabriken von Technikern gebaut, die sich um eine Behandlung der Säfte wenig gekümmert hatten, und die Einrichtung der meisten Fabriken ist auch dem entsprechend; selten trifft man die Fabrikanten, die diese Fehler der Organisation verbesserten, und es hat sich in der Rübenzuckerfabrikation eine Gewohnheit eingeschlichen, welche ganz bequem den einen Tag das wiederholt, was am vergangenen geschah; ganz unbekümmert um die veränderte Qualität der Rüben, die in verschiedenen Zeiten der Fabrikation von verschiedenen Feldmarken verarbeitet werden. Bei solchen Fabrikanten ist dann die alte herkömmliche und deshalb ehrwürdige (?) Fabrikationsmethode eine so eclatante Thatsache, dass, wenn sie eine andere Rübe unter die Hände bekommen, die unter denselben Verhältnissen der Fabrikation natürlich ein anderes Resultat bedingen, sie einfach achselzuckend sagen: die Rübe ist schlecht. Sie fabriciren das eine wie das andere Mal, denn die Maschine kann eben nur ihre regelmä-

ssigen Bewegungen vollbringen. So wird es denn auch erklärlich, dass der Rohzucker verschiedener Jahrgänge von sehr verschiedenem Gehalt sein kann, da die schlechtere Qualität der Rübe oder der geringere Reinheitsquotient des Saftes in solchen Jahren nicht durch eine energischere Veredlung und eine rationellere Fabrikation balancirt wird.

Betrachten wir die Rüben verschiedener Qualität, so finden wir, dass der Reinheitsquotient des daraus gepressten rohen Saftes von 63 bis 90 Proc. Zucker der Saccharometeranzeige in einem und demselben Lande variiren kann (siehe Balling's Ausweis über die Resultate der Prüfung der Runkelrüben von einigen Zuckerfabriken in Böhmen, in den Campagnen 1839 bis 59, mitgetheilt von mir in „Böhmen's Rübenzuckerfabrikation" in der Campagne 1857 u. 58, Prag, S. 29).

Während der Saft der besten Rübe so rein ist, dass er mit Anwendung von nur wenig Knochenkohle viel und guten Zucker geben wird, ist derjenige der anderen Rübensorte so unrein, dass sehr bedeutende Quantitäten Knochenkohle angewendet werden müssten, um einen ähnlichen Reinheitscoëfficienten zu erzielen. Die Knochenkohle soll doch dazu dienen, die Säfte reiner zu machen und Nichtzucker zu absorbiren. Die Menge derselben, die der praktische Fabrikant anzuwenden hat, muss daher consequenter Weise diesem Verhältnisse von Zucker und Nichtzucker proportional sein, d. h. es muss mehr Knochenkohle dort angewendet werden, wo mehr Nichtzucker zu absorbiren, als wo die Natur und die Cultur der Rübe das Verhältniss von Zucker und Nichtzucker günstiger gestaltete, um in beiden Fällen ein ähnliches Resultat zu erzielen. Ob es möglich ist, es ganz so weit zu bringen, müssen stets praktische Versuche zeigen. In dem Artikel über Filtration werden wir diesen Punkt näher betrachten. Hier können wir nur im Allgemeinen anführen, welche Einflüsse darauf besonders maassgebend sind.

Den grössten Einfluss auf die Reinigung der Säfte übt die Qualität der angewandten Knochenkohle, welche, wie wir oben gesehen, bis 90, ja selbst 95 Proc. Zucker der Angaben der Spindel d. h. des Reinheitsquotienten den Saft veredeln kann; während ganz schlechte Knochenkohle die Reinheit des über sie filtrirten Saftes gar nicht erhöht. In diesen Grenzen bewegt sich mithin die Wirkung der Knochenkohle von verschiedener Qualität, und die besondere Wichtigkeit, welche man der Behandlung der Knochenkohle widmet, wird dadurch gerechtfertigt; Knochenkohle, die aus übel verstandener Oekonomie durch die

Essig- oder Milchsäure-Gährung der Melasse von dem in der Filtration aufgenommenen Kalke befreit wurde, ist nie so fähig, die Säfte wirklich so zu veredeln und zu reinigen, als die mit Salzsäure behandelte Kohle.

Wenn wir im Vorgehenden die Veredlung der Säfte im Allgemeinen, oder die Absorption der fremden Stoffe aus den Säften in Summa betrachteten, so dürfte es doch interessant sein, die Menge der organischen und unorganischen Stoffe in den verschiedenen Stadien zu beleuchten.

Die unorganischen Bestandtheile, wie sie durch Veraschung der Säfte erzielt werden, waren nach meinen Versuchen folgende in den verschiedenen Stadien, in denen die Säfte auf gleiche Dichten reducirt waren:

Der Rohsaft	hatte	= 0,456	Proc.	Aschengehalt	= 100
Der geschiedene Saft	„	= 0,852	„	„	= 187
Der saturirte „	„	= 0,6	„	„	= 132
Der 1mal filtrirte „	„	= 0,37	„	„	= 81
Der 2mal filtrirte „	„	= 0,13	„	„	= 29.

Es erhellt daraus, dass die Filtration des Saftes über Knochenkohle der wesentliche Punkt in Verminderung der Salze im Rübensafte ist.

Von den organischen Substanzen sind in Säften gleicher Dichte enthalten, die Menge der im Rohsafte vorhandenen ½ bis 1,5 Proc. = 100 gesetzt:

im Rohsafte	= 100	
im geschiedenen u. saturirten Safte	= 92 — 87	Proc.
im einmal filtrirten „	= 76 — 70	„
im Dicksafte	= 24 — 43,6	„

Abgeschieden waren daher in jeder Station:

bei der Scheidung und Saturation	= 8	bis	13	Theile per 100	
bei der einmaligen Filtration	= 16	„	17	„ „ „	
bei der zweiten Filtration und Verdampfung	= 42	„	26,4	„ „ „	
In Summa	= 66	bis	56,4	Theile	
bleiben im Safte	= 34	„	43,6	„	
	100,0	bis	100,0	Theile,	

woraus zu folgern ist, dass diese Stoffe keineswegs immer so vollständig aus den Säften entfernt werden, als man oft annimmt. Solche Versuche bieten eine interessante Illustration zu den Vorgängen in der Praxis, und gestatten sowohl ein Urtheil über die Rübe, als über die Fabrikation.

Die möglichst rasche Abscheidung der organischen Stoffe, jener Gährungserreger, ist um so mehr zu empfehlen, als sie die Rübensäfte in Gährung zu versetzen geneigt sind, und dann den Zucker zerstören. — Eine reine Zuckerlösung hält sich mehrere Tage, je mehr sie aber mit organischen Stoffen geschwängert ist, desto rascher geht sie in Zersetzung über. Könnte man daher die organischen Substanzen aus den Rübensäften ausfällen, so würde die Behandlung der Säfte dadurch weit leichter sein.

Jetzt schützt hauptsächlich der Kalk gegen jene nachtheiligen Veränderungen der Rübensäfte, und daher kam es denn auch, dass die Anwendung der Kohlensäure, die den Kalk entfernt, anfangs so viele Gegner fand. Ja man behauptete damals, der geschiedene Saft müsse wenigstens 0,8 Alkalinität des Kalkes im Kalkwasser enthalten, um gute Füllmassen zu geben. — Natürlich, weil man grosse Filter für kleine Mengen Saft benutzte, in denen derselbe lange unter der Gährung günstigen Bedingungen verweilte, und man nicht so grosse Aufmerksamkeit auf die möglichst schnelle Verarbeitung derselben verwandte. Da nämlich die Säfte nur nach einiger Zeit in Verderben gerathen, so ist klar, dass Saft, der schnell verarbeitet wird, weniger Kalk zur Conservation bedarf, als derjenige, welcher längere Zeit allen Temperaturveränderungen und schädlichen Einflüssen ausgesetzt war.

Daher verkleinerte man denn auch in vielen Fabriken den Inhalt der Filter, nachdem man zur Kohlensäure übergegangen war. — Man zwang dadurch den Saft schneller die Stadien der Fabrikation zu durchlaufen, wie es der geringe Antheil an Kalk bedingte. Viel Kalk gestattet, den Saft Jahre lang aufzubewahren (Maumené).

Ebenso wie die Menge der zersetzbaren organischen Stoffe im Rübensafte von Wichtigkeit für die Haltbarkeit der Säfte ist, ebenso ist auch die Schnelligkeit im Betriebe von Bedeutung. Der Rübensaft kann die Stadien der Fabrikation durchlaufen in folgenden Zeiträumen:

Füllung des Scheidekessels höchstens . .	1	Stunde
Aufkochen und Ablassen	1	„
Saturiren und Absetzen bis zum Filtriren .	1	„
Dauer der Filtration	1	„
Eindickung bis $^1/_7$	7	„
Filtration des Dicksaftes	1	„
Ansammeln und Kochen	3	„
Es wäre also möglich in	15	Stunden

den rohen Saft zur Füllmasse zu bringen; jedoch bleiben viele Theile Saft, die Süsswasser namentlich länger unterwegs, und sind daher dem Verderben eher ausgesetzt. Eine scharfe Trennung der Säfte empfiehlt sich daher dringend. Es giebt auch Fabriken, die so organisirt sind, dass der Saft erst nach 20 und 30 Stunden zum Kochen gelangt, und die dann selten so gute Resultate unter gleichen Verhältnissen aufzuweisen haben, als diejenigen Fabriken, die in kürzeren Zeiträumen diese Operationen beendigen. — Die Schnelligkeit der Fabrikation, die Reinlichkeit aller Gefässe, damit die zurückbleibenden Schichten nicht, in grossen Oberflächen der Luft ausgesetzt, verderben, sind in der Behandlung der Säfte sehr zu beherzigende Momente.

Die Entfernung aller oder der meisten organischen Stoffe aus dem dünnen Safte wäre freilich eine grosse Sicherheit und die Garantie einer besseren Ausbeute. — Die Haltbarkeit der Säfte steht im directen Verhältniss zur Reinheit derselben. Dünnsaft der ersten Stunde der Filtration mit 86,8 Proc. Zucker in 100 festen Theilen hält sich z. B. 20 Stunden lang, ohne nachweisbare Veränderung; während zu Ende der Filtration verdünnte Säfte von 10 Proc. Bg. mit 78 Proc. Zucker in 100 festen Theilen nach 20 Stunden deutliche Mengen veränderten Zuckers enthalten, und Süsswasser von 1,8 Proc. Bg. mit 71 Proc. Zucker in 100 festen Theilen schon nach 7 Stunden Veränderungen wahrnehmen liess, trotz der Kalkmenge, die darin enthalten.

Da der Kalk vor jenen Zersetzungen schützt, so setzt man rationeller Weise dem einmal filtrirten Safte Kalk zu für den Fall, dass er zu wenig enthielte. Das Minimum in dieser Station bei der jetzigen Fabrikation scheint 0,3 so viel wie im Kalkwasser oder (0,3 . 0,136 =) 0,041 Proc. Kalk zu sein, die sich jedoch durch Eindicken des Saftes wesentlich vergrössert; — bei einem solchen Kalkgehalte scheint der Saft beim Verdampfen nicht zu leiden.

Aus 29 Untersuchungen während des Betriebes in offenen Abdampfpfannen ergab sich der Gehalt des Dünnsaftes zu 23,74 Proc. Bg. bei 19,08 Proc. Zucker, mithin zu 80,4 Reinheitsquotienten.

Der Gehalt des eingedickten Saftes hingegen zu 52,95 Proc. Bg. und 43,24 Proc. Zucker, mithin zu 81,7 Reinheitsquotient.

Der Saft ist also beim Kochen (durch Ausscheidung organischer Kalksalze?) eher veredelt als verschlechtert worden.

Bei der Eindickung in Abdampfapparaten, also bei niedrigeren Temperaturen war das Resultat aus 12 Untersuchungen, dass der Saft anstatt 85,5 Thle. Zucker in 100 festen Stoffen vor der Abdampfung,

nach der Eindickung bis 46 Proc. Bg. = 86,7 Thle. Zucker in 100 festen Stoffen enthielt. Hier ist also der Saft bei der Verdampfung in niedrigen Temperaturen ebenfalls veredelt worden durch die Einwirkung des Kalkes auf organische Substanzen, was durch Bildung von Ammoniak nachgewiesen werden konnte, und ich bestreite, gestützt auf solche Zahlen, eine Berechtigung der Ansicht, dass nur in höheren Temperaturen, nur in offenen Pfannen etc., die Zersetzung der organischen Substanzen vor sich ginge? Selbst bei gewöhnlichen Temperaturen findet diese Einwirkung des Kalkes auf organische Stoffe statt, wie die rohen Säfte nach dem Maumené'schen Verfahren beweisen.

Einige Versuche ergaben bei denselben Rübensäften bei Anwendung von 20 Proc. Knochenkohle, 82,5 Proc. Zucker in 100 Thln. fester Stoffe des Saftes, und bei Anwendung von 30 Proc. Knochenkohle, 84,5 Proc. Zucker in 100 Thln. fester Stoffe des Saftes, was im ersten Falle 65 Proc. und im zweiten Falle 69 Proc. Zuckerausbeute in der Praxis ergeben könnte. Die Differenz von 4 Proc. Zucker aus 100 Thln. Füllmasse trockner Substanz dürfte mehr als genügen, um die Kosten von 10 Proc. mehr angewendeter Kohle nicht nur zu decken, sondern auch einen hübschen Nettoertrag zu geben. Der Grund, weshalb man gewöhnlich 20 anstatt z. B. 30 Proc. Knochenkohle anwendet, ist demnach ziemlich schwer einzusehen, und ein einfaches Calcül für die localen Verhältnisse genügt, darüber in jedem separaten Falle zu entscheiden, was pecuniär vortheilhafter ist.

Einen Verlust an Zucker hat man dabei nicht zu befürchten; denn die Kohle absorbirt keinen Zucker, sondern sie hält nur einige Antheile Saft zurück; dieser Saftverlust scheint aber nicht im Verhältniss zu der Menge der angewendeten Knochenkohle zu stehen, sondern einzig und allein durch die Art und Weise des Absüssens bedingt zu sein. Bei einigen Versuchen ergab sich die Menge des erzielten Saftes folgendermaassen:

Bei Anwendung von Kohle in Procenten des Saftes.	Direct abgelaufene Saftmenge vom Filter ohne Süsswasser in Procenten.	Süsswasser reducirt auf die Normaldichte des Saftes in Procenten.	Summa des erhaltenen Saftes (wenn 100 Thle. aufgegeben) in Procenten.	Zahl der Versuche.
10	89,9	5,5	95,4	2
20	86,7	9,3	96	6
30	84	12,1	96,1	15
40	79,1	15,4	94,5	5
50	75,6	21	96,6	3

Demnach steht nur die Menge des freiwillig ohne Anwendung von Süsswasser ablaufenden Saftes im Verhältniss zur Menge der angewendeten Knochenkohle, ebenso wie die Menge des Süsswassers; aber die Menge des ganzen erhaltenen Saftes steht in gar keinem Zusammenhange damit. Der durch die Filtration bedingte Zuckerverlust scheint im Gegentheile einzig und allein durch die Art und Weise des Absüssens mehr oder weniger verringert zu werden.

Im Artikel der Filtration jenes so unendlich wichtigen Themas für die Rübensäfte werde ich ausführlicher die Wirkung der Filtration in den verschiedenen Zeitperioden besprechen, sowie darthun, welchen unendlichen Einfluss die Form der Filtration auf die Reinigung der Säfte ausübt.

Wohl könnte man geneigt sein zu glauben, dass nur die Menge der Kohle, ihre Qualität und die Zeitdauer der Berührung mit dem Safte bestimmter Concentration von Belang wäre, und dies einzig und allein als das Wesentlichste betrachten; aber die Erfahrung lehrt, dass das Wesen nicht ohne Form existiren kann, die mehr oder minder glücklich dem Zwecke angepasst werden kann. — Wir werden daraus ersehen, wie richtig die praktische Filtration einiger ausgezeichneter Fabriken (wie z. B. die des Herrn Anton Richter in Königsaal bei Prag) geleitet wird, und dass die dadurch erzielten Erfolge zu dem Höchsten und Besten gehören, was in der Filtration bis jetzt überhaupt geleistet werden kann.

Es bleibt mir nur noch übrig darauf hinzudeuten, dass die Süsswasser eine so unreine Lösung bilden, dass sie selten über 75 bis 76 Proc. Zucker in 100 festen Theilen enthalten, während der Dicksaft

86 bis 88 Proc. Bé. nach Ventzke enthält. Man sollte daher darauf bedacht sein, die Säfte nicht mit den Süsswassern vermischt zu verarbeiten, da die ersteren dadurch nur verschlechtert werden. Der Dicksaft, der 86 Proc. Zucker in 100 Thln. Trockensubstanz hat, giebt 72 Proc. Rohzuckerausbeute, während das Süsswasser à 75 Proc. nach Ventzke nur 50 Proc. Zucker erwarten lässt.

Bei 20 Proc. Knochenkohle erhält man nun in runden Zahlen:

86 Thle. Saft à 72 Proc. Ausbeute an Zucker
und 10 „ Süsswasser à 50 Proc. Zuckerertrag.

In Summa 96 Thle. Saft à 70 Proc. Zucker aus 100 Thln. trockner Füllmasse, und das Süsswasser erschwert nur noch die Gewinnung oder Abscheidung dieser geringeren Menge Zucker. Da die 86 Thle. Saft à 72 Proc. Zuckerausbeute allein verkocht, einen schönern, leichter und billiger zu gewinnenden Zucker geben würden, ohne in Betracht zu ziehen, was die Beimischung des Süsswassers während des Stehens und Kochens verdarb.

Es ist daher schon vorgeschlagen worden, das Süsswasser zurückzuschicken auf die frühere Saftstation von nahezu gleicher Reinheit. Dagegen lässt sich einwenden, dass keine scharfe Trennung der Säfte möglich. Man kann aber das Süsswasser allein verarbeiten, selbst eine Mischung mit Grünsyrup, der dieselbe Krystallisationsfähigkeit hat, wäre bei guten Rüben vielleicht bequem und wohl nutzbringender, als es in der Knochenkohle zur Beförderung einer guten Gährung zu lassen, wie von anderen Seiten vorgeschlagen wurde. Denn man darf nicht vergessen, dass auch das Süsswasser einen sehr geringen Reinheitscoëfficienten hat, mithin viele fremde Substanzen enthält, die eben aus der Kohle herausgewaschen sind. Brächte man nun dieses verunreinigte Süsswasser wieder auf die Kohle, so würde sich der Zucker freilich nach und nach in Säure verwandeln und den Kalk der Kohle entfernen; aber diese Unreinigkeiten, die im Süsswasser sind, würden der Kohle dabei eben auch wieder zugeführt, wodurch sie jedenfalls nicht besser wird. Es ist damit ebenso wie mit der Melasse.

Behandlung des Saftes mit Kohlensäure.

Der geschiedene oder vielmehr geklärte Saft der Zuckerrüben ist in diesem Stadium noch keine reine Zuckerlösung, sondern enthält verschiedene Substanzen, welche die Krystallisation des Zuckers physisch oder chemisch beeinträchtigen. Es sind, wie wir oben gesehen haben, verhältnissmässig nur wenig fremde Stoffe (organischen und unorganischen Ursprungs) abgeschieden, und ausserdem fügte man noch eine Menge Kalk hinzu, welche keineswegs geeignet ist, den Krystallisationsprocess zu befördern, ganz abgesehen davon, dass der Theil Zucker, der sich mit dem Kalke zu Zuckerkalk verbunden hat, sich nicht in Krystallen ausscheidet, wenn er in dieser Verbindung eingedickt wird.

Es liegt also im Interesse des Fabrikanten, diesen Zuckerkalk zu zersetzen, indem man ihn in kohlensauren Kalk verwandelt, wodurch der Zucker wieder frei und krystallisationsfähig wird, und dabei den Ueberschuss von Kalk im Safte auf eine möglichst billige Art zu entfernen.

Den billigsten Factor liefert dazu die Kohlensäure, die sich auch deshalb den Weg in fast alle Fabriken gebahnt hat. Ihre Wirkung als eine entkalkende ist ebenso gross als 50 Proc. Knochenkohle (auf 100 Thle. Saft). Würde die Entkalkung der Säfte durch die Knochenkohle allein bewirkt werden, so würden die Kosten der Wiederbelebung durch Anwendung grösserer Mengen an Salzsäure sich entschieden vergrössern. Da die Wirkung der Knochenkohle ausser der Entkalkung zugleich in der Entfernung von organischen Substanzen besteht, so wird dieselbe von letzteren um so mehr zu absorbiren im Stande sein, je mehr die Säfte vorher von einem grossen Theile ihres Kalkgehaltes durch die Kohlensäure befreit zur Filtration gelangen. Es erscheint daher sehr rationell, sich zur Beihülfe noch der Kohlensäure zu bedienen, die bequem im Gebrauche, rasch und vollständig in der Wirkung, billig und nicht schädlich für den Zucker ist.

Die Mittel, sich die Kohlensäure zu verschaffen, sind sehr verschiedener Art. Michaëlis bereitet dieselbe in Holzbottichen aus kohlensaurem Kalk (Kreide, Marmor u. dergl.) und Salzsäure, wodurch er allerdings eine reine Kohlensäure auf eine etwas kostspielige Art und Weise gewinnt, aber dabei Chlorcalcium (ein Mittel zu dem ihm patentirten Scheidungsverfahren siehe weiter hinten) als Nebenproduct erhält.

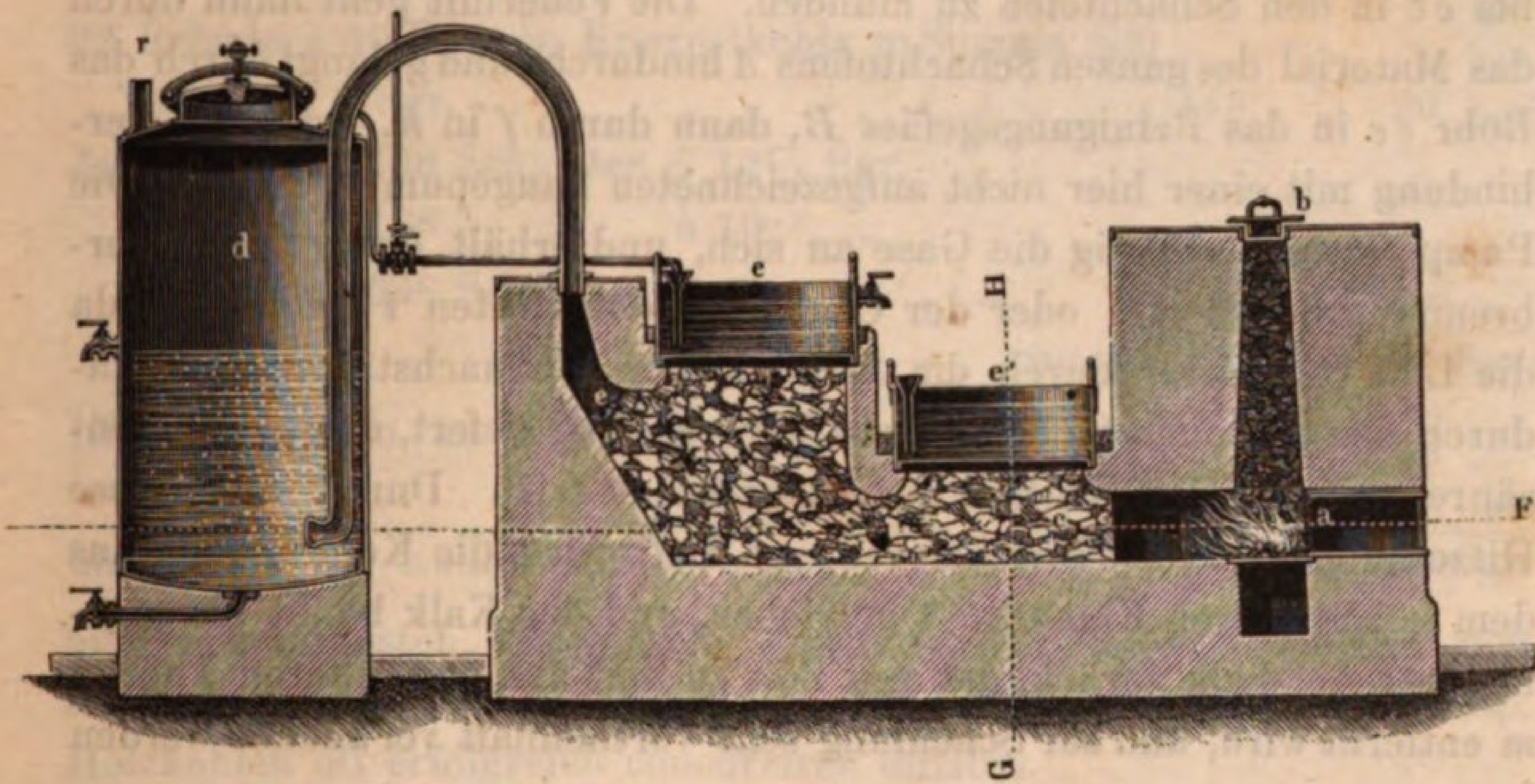
Rousseau, Kleeberger, Kindler und Andere haben die Gewinnung der Kohlensäure aus dem Verbrennungsprocesse der Kohle (Holzkohlen, Coaks etc.) vorgeschlagen, und der grossen Einfachheit und Billigkeit wegen hat dieses Verfahren in vielen Fabriken Eingang gefunden. Rousseau (und Kleeberger in Deutschland, Lehachére in Russland nach ihm) bediente sich einer Pumpe, welche die kalte Luft der Atmosphäre durch die brennende Kohlenschicht in ein eisernes geschlossenes Gefäss drückt. Dadurch entstehen viele Uebelstände, indem die eisernen Gefässe, in denen die Kohlen verbrannt werden, am Deckel, woselbst sie nicht mit feuerfesten Steinen bedeckt sein können, leicht durchbrennen, und daher der Verschluss des Gefässes selten lange dicht hält. Hauptsächlich ist jedoch die Schicht der brennenden Kohlen bei einem portionenweisen Zugeben weder gleichmässig hoch noch gleichförmig im Verbrennungsstadium begriffen, je nachdem eine frische Schicht eben erst eingeworfen wurde, oder sie schon nahezu verbrannt ist. — Dadurch ist bei gleichen Mengen Luft (die die Maschine liefert) mehr oder weniger Kohlenstoff vorhanden, oder es ist das Verhältniss zwischen Luft und Kohle nicht so constant, dass die grösste Menge Kohlensäure resultirte. — Neben der grösseren Kostspieligkeit der Anlage, neben der kostspieligeren Reparatur und der beschwerlicheren Bedienung ist also das Product nicht einmal gut, und ich fand aus solchen Oefen oft Kohlensäure, die nur 10 bis 12 Volumprocente Säure in 100 Thln. Luft enthielt. Ferner ist dabei zu berücksichtigen, dass der obere Schieber an den Gasöfen in der Hitze nie dicht hält, und dass daher dort ein Theil Gas fortgeht.

Weit rationeller ist der sogenannte Kindler'sche Ofen, in welchem die Schicht der brennenden Kohle stets constant bleibt, und daher mit dem bestimmten Volumen Luft der Pumpe stets in dem berechneten Verhältnisse bleibt. Der Ofen ist ferner ebenso vortheilhaft als billig durch einen einfach gemauerten Schacht von soliden Steinen ersetzt, da eine Saugpumpe kein hermetisch geschlossenes Gefäss beansprucht. Uebrigens stellt die neuere Zeit ganz andere Forderungen an die Gewinnung der Kohlensäure, die bei allen diesen Verfahren mit wenigstens 80 Volumtheilen Luft verdünnt gewonnen wird.

Fig. 109 zeigt den Durchschnitt eines solchen Ofens. — Der Deckel *b* dient zum Eingeben von Holzkohlen, die in dem gemauerten Schachte bis auf den Rost fallen, der sowohl von unten als zu beiden Seiten (bei *a*) liegt. Die Luft strömt bei *a* ein, ermöglicht die Verbrennung, deren Gase (Kohlensäure etc.) durch den mit Kalksteinen gefüll-

ten Raum *cc* streichen, um gereinigt und abgekühlt zu werden durch die darauf stehenden eisernen Wasserbehälter *e e*, die mit kaltem Was-

Fig. 109.



ser gespeist werden. Dann treten die Gase in das Waschgefäss *d*, worin sich Wasser oder eine verdünnte Sodalösung befindet. Aus dem Rohre *r* saugt dann eine Luftpumpe die Gase an, und drückt sie zugleich in die mit Saft gefüllten Gefässe. Dadurch dass die Pumpe aus *d* beständig die Gase fortnimmt, wird der Zug der Luft dahin durch *cc* und *a* bewerkstelligt, die Verbrennung also unterhalten und beständig neue Kohlensäure gebildet. Bei der Verbrennung von Kohle verbinden sich 6 Pfd. chemisch reiner Kohlenstoff mit 16 Pfd. Sauerstoff, und liefern in Summa 22 Pfd. Kohlensäure, mit der 28 Pfd. Kalk aus den Säften zu fällen ist. Holzkohlen und Coaks enthalten ungefähr 80 Proc. unter günstigen Bedingungen zu Kohlensäure zu verbrennenden Kohlenstoff.

Eine andere Kohlensäurequelle ist im Brennen des Kalksteines für die Praxis gewonnen worden. Der kohlensaure Kalk verliert beim Brennen circa 44 Proc. Kohlensäure, welche in den Fabriken leicht aufgefangen und benutzt werden können.

Die Art und Weise des Brennens geschieht vortheilhaft in sogenannten continuirlichen Oefen, wovon hierbei ein Durchschnitt geliefert wird. *A*, Fig. 110, ist der Schachtofen, der oben bei *a* gefüllt wird (nachdem der gusseiserne Deckel *a'* abgenommen), so dass das Innere ganz voll ist. In *b b* wird mit Holz (oder einem anderen, keinen Schwefel enthaltenden Brennstoff) geheizt, die Flamme theilt sich an beiden

Seiten des oberen Theiles der Feuerung, und tritt durch 4 Kanäle in den Ofen zum kohlensauren Kalke. In der Zeichnung sind natürlich nur zwei dieser Kanäle *dd* sichtbar, in welche die Flamme tritt, um bei *cc* in den Schachtofen zu münden. Die Feuerluft geht dann durch das Material des ganzen Schachtofens *A* hindurch, und gelangt durch das Rohr *ee* in das Reinigungsgefäss *B*, dann durch *f* in *h*, wo *g* die Verbindung mit einer hier nicht aufgezeichneten Saugepumpe bildet. Die Pumpe zieht beständig die Gase an sich, und erhält dadurch die Verbrennung des Holzes oder der Coaks auf den Rosten *i* im Gange, da die Luft von aussen durch die Aschenlöcher *kk* nachströmt und dadurch den nöthigen Sauerstoff zur Verbrennung liefert, der als Kohlensäure mit in den Verbrennungsschacht *A* tritt. Durch die grosse Hitze und durch das Durchziehen von Luft wird die Kohlensäure aus dem kohlensauren Kalke in *A* getrieben, und der Kalk bleibt als sogenannter Aetzkalk zurück, der von Zeit zu Zeit aus den unteren Thüren *m* entfernt wird, und zur Scheidung sehr vortheilhaft verwendet werden kann.

Die in verschiedenen Höhen des Schachtes angebrachten Oeffnungen dienen zum Nachstören beim Abziehen des Kalkes; sie sind während des Brennens geschlossen.

Die aus dem kohlensauren Kalke im Schachtofen *A* ausgetriebene Kohlensäure (sowie die aus den Verbrennungsproducten erhaltene) wird von der Pumpe durch *ee* in das Gefäss *B* gesaugt, wo sie aus *n* in vielen Bläschen durch Wasser geht, und durch die Röhrchen *o* in drei Etagen dünne Schichten Wasser passirt, welches bei *p* einmündet und bei *q* austritt, wobei es stets auf dem gleichen Stande erhalten bleibt. Dadurch wird die Kohlensäure gereinigt und zugleich abgekühlt. Das abgekühlte kohlensaure Gas tritt in den Cylinder *h*, wo etwa mitgerissenes Wasser aus *B* sich niederschlägt, und durch *r* beständig abgeführt wird, während das von Wassertheilen befreite Gas durch *g* nach der Pumpe und in den Rübensaft geführt wird. Durch diese sinnreiche Vorrichtung bereicherten die Herren Cail, Hallot u. Comp. zuerst unsere Industrie.

In kleineren Fabriken bedient man sich dazu ganz einfacher periodischer Oefen, wie in Zeitz, Stössen etc. in Preussen, deren Einrichtung aus Beifolgendem zu ersehen.

Die Kosten dieser höchst einfachen Kohlensäuregewinnung für eine Campagne wurden mir von Herrn Gräfenhein folgendermaassen angegeben:

$4^1/_2$ Ruthen Kalkstein (à 8 sächsische Ellen in □ und 2 Ellen hoch) im Bruch à 10 Thlr.	45 Thlr.	— Sgr.
Fuhrlohn von dort nach der Fabrik	72 „	— „
22 Brände à 40 Tonnen Knorpelkohle in Summa 880 Tonnen à 5 Sgr.	146 „	20 „
Arbeitslöhne: 168 Schichten à $12^1/_2$ Sgr.		
138 „ à 10 „		
Summa: 306 Schichten	116 „	— „
Summa	379 Thlr.	20 Sgr.
Hierbei wurden an Aetzkalk gewonnen 40 Wispel à 6 Thlr.	240 „	— „
bleiben für die Kohlensäurebereitung	139 Thlr.	20 Sgr.

als Gesammtkosten, die jedoch je nach den localen Verhältnissen sich modificiren, und mit der Bereitung der Kohlensäure aus Coaks resp. Holzkohlen oft erfolgreich concurriren dürften.

Wenn zu dem Brennen des Kalkes schwefelhaltiges Brennmaterial benutzt wird, so kann die Kohlensäure durch schweflichte Säure verunreinigt sein, zu deren Entfernung man sich in vielen Fällen des Braunsteins bedient.

Eine reinere Kohlensäure erhält man aus der Kreide (Marmor, Kalkstein etc.) unstreitig, wenn man dieselbe in Retorten erhitzt, so dass sich die Verbrennungsproducte des Brennmaterials damit nicht mischen. — Durch Einströmen überhitzten Wasserdampfes wird die Entwickelung resp. Fortführung des kohlensauren Gases wesentlich befördert. Man lässt den überhitzten Wasserdampf daher in dem einen Ende der Retorte eintreten, und auf der anderen Seite strömt er mit der Kohlensäure wieder ab.

Die Erhitzung des Ofens darf die Rothglühhitze nicht erreichen oder übersteigen, weil sonst Wasserstoffgas sich bilden und Nachtheile veranlassen würde. Der Fabrikant kann einfach einen metallenen Pyrometer, wie sie Gauntlett z. B. anfertigt, in die Retorte stecken, um die geeignetste Temperatur beobachten zu können, die der Arbeiter dann einzuhalten verpflichtet ist, was gar keine Schwierigkeiten verursacht.

Fig. 111 zeigt den Durchschnitt einer solchen Vorrichtung. *A* ist die Vorrichtung zum Ueberhitzen des Dampfes, der bei *b* in die Retorte *c* durch ein Rohr strömt. Die Retorte *c* ist aus feuerfestem Thon oder Gusseisen (gewöhnlich 7′ lang und 15″ Diameter) ange-

fertigt, an beiden Seiten mit Mundstücken versehen, welche nach Art der Gasretorten mit Deckel *d* und Schraube dicht verschlossen werden können. Die Röhre *e* führt das kohlensaure Gas sammt dem überhitzten Dampfe fort, welcher letzterer durch Condensatoren wie bei der Gasfabrikation verdichtet wird.

Das kohlensaure Gas wird in einer Waschvorrichtung *C* gereinigt, und unter einem Gasometer *D* gesammelt, von wo es zum Gebrauche beliebig verwendet werden kann.

Der Kalkstein wird in kleine Stücke (à 10 Cub. Zoll höchstens) geschlagen, und in Portionen von $1^1/_2$ bis 2 Ctr. auf einmal in eine Retorte gefüllt, deren Deckel dann mit Kalkbrei verschmiert und zugeschraubt wird. In der Rothglühhitze kann man einen schwachen Dampfstrahl einlassen, welcher das Entweichen des grössten Theiles der Kohlensäure in einem Zeitraume von 4 Stunden bewirkt; dann schiebt man die erste Portion nach dem hinteren Ende der Retorte, und führt vorn eine neue ein, die nach 4 Stunden ebenfalls zurückgeschoben wird, nachdem die erste Portion nach 8 Stunden entfernt war. Es sind also immer zwei Portionen oder circa 3 Ctr. Kalksteine in den Retorten vorhanden. Man kann auch praktisch leichter die ganze Retorte auf einmal füllen, erhitzen, bis alle Kohlensäure entbunden ist und dann leeren u. s. w. Da eine Fabrik von 1000 Ctr. täglicher Rübenverarbeitung circa 300 Pfd. Kalk niederzuschlagen hat, wozu 238 Pfd. Kohlensäure oder das Product von 595 Pfd. Kreide genügen würden, so ist daraus zu ersehen, dass die Anlage keineswegs so bedeutend ist. Dabei ist ferner wohl zu berücksichtigen, dass stets vollkommen reiner und frischer Aetzkalk für die Zwecke der Scheidung mit wenigen Kosten gewonnen wird, was wesentlich dazu beiträgt, die Fabrikation zu verbessern.

Eine noch billigere und eben so reine Quelle der Kohlensäure bietet die geistige Gährung dar. Wenn daher eine Branntweinbrennerei in der Nähe einer Zuckerfabrik betrieben wird, so kann die Kohlensäure leicht aufgefangen und zur Neutralisirung des Kalkes in den geschiedenen Säften verwendet werden, wie es in Selowitz und an anderen Orten bereits geschieht. Die Menge der dabei erhaltenen Kohlensäure ist dem Gewichte nach fast gleich der Menge des producirten Alkohols, da beide Producte der Zersetzung des Zuckers während der geistigen Gährung nahezu in gleichen Theilen auftreten.

Auch aus dem Schornsteine kann man bei vollständiger Verbrennung (und besonders bei Holz, Coaks etc.) die Kohlensäure verwenden,

die allerdings nicht rein ist, indem sie ein Gemisch von unzersetzter Luft, Kohlenpartikelchen, empyreumatischen Oelen etc. ist, aber es lassen sich durch Waschungen in alkalischen Lösungen wenigstens die schädlicheren Beimengungen entfernen, und dann ist jedenfalls diese Kohlensäure die billigste von allen, obschon die mit solch unreinem Kohlensäuregase saturirten Säfte nie sehr schöne weisse Füllmassen geben.

Die Kohlensäure ist zur Zuckerfabrikation um so tauglicher, je reiner sie ist. Folgende Methode bietet dem Fabrikanten ein sehr einfaches Mittel, sich von dem Gehalte der Kohlensäure zu überzeugen.

An irgend einer passenden Stelle des kupfernen Leitungsrohres für die Kohlensäure lässt man einen kleinen messingenen Probehahn anlöthen, welcher mit einer etwa $^3/_4$ Zoll langen messingenen oder kupfernen Röhre versehen ist, um das Röhrenende eines Kautschukbeutels bequem hinaufschieben zu können. Der Hahn wird vorsichtig geöffnet, der Kautschukbeutel mit der zu untersuchenden Kohlensäure gefüllt, mit einem Quetschhahn verschlossen. Eine an dem einen Ende zugeschmolzene Glasröhre von 50 C.C. (in $^1/_5$ C.C. getheilt) wird mit einer gesättigten Kochsalzlösung gefüllt und mit dem Finger verschlossen (das zugeschmolzene Ende nach oben) in einen gläsernen Napf, worin gleichfalls Kochsalzlösung befindlich, gestellt. Durch vorsichtiges Oeffnen des Quetschhahns lässt man nun so lange Kohlensäure aus dem Kautschukbeutel in einzelnen Blasen in die mit Kochsalzlösung gefüllte Röhre treten, bis die Flüssigkeit aus letzterer vollständig verdrängt ist. Die Röhre wird mit dem Zeigefinger unter der Flüssigkeit verschlossen, und sogleich unter das Niveau einer daneben stehenden Schale mit Aetzkalilösung gebracht. Nachdem man durch Lüften des Fingers ein wenig dieser Flüssigkeit in die Röhre hat hineinsteigen lassen, verschliesst man wiederum mit dem Finger, neigt die Röhre ein wenig und lässt die absorbirte Flüssigkeit bis an das zugeschmolzene Ende derselben fliessen, worauf man nochmals in die Aetzkaliflüssigkeit eintaucht, ein wenig schüttelt, und diese Operation zwei- bis dreimal wiederholt. Wird kein weiteres Steigen der Aetzkalilösung in der Röhre mehr wahrgenommen, so hebt man dieselbe mit dem Finger verschlossen heraus, und stellt sie senkrecht in ein hohes, cylinderförmiges Gefäss mit Kochsalzlösung; durch Heben oder Senken der Röhre bringt man die Flüssigkeit im Innern derselben in gleiches Niveau mit der äusseren Sperrflüssigkeit, und liest jetzt das Volumen in der Röhre genau ab. Die Aetzkalilösung, welche die Kohlensäure vollständig absorbirt hat, nimmt einen deren Gehalt an reinem koh-

Füllmasse resp. welche Menge Zucker er erhalten würde in jedem Stadium der Fabrikation, wo er den Saft nicht weiter reinigte oder veredelte, sondern ihn direct zur Füllmasse eindickte. Nimmt man mit Ventzke an, dass 1 Theil Nichtzucker auch 1 Theil Krystallzucker praktisch ungewinnbar macht, so würde man z. B. im obigen Falle erhalten:

2. vom geschiedenen Saft mit 75 Proc. Zucker in 100 festen Theilen = 50 Proc. Zuckerausbeute aus 100 Füllmasse.
3. vom saturirten Saft mit 75 Proc. Zucker in 100 festen Theilen = 50 Proc. Zuckerausbeute aus 100 Füllmasse.
5. vom 1mal filtrirten Saft mit 85 Proc. Zucker in 100 festen Theilen = 70 Proc. Zuckerausbeute aus 100 Füllmasse.
6. vom 2mal filtrirten Saft mit 86,6 (bis 88) Proc. Zucker in 100 festen Theilen = 73,2 Proc. Zuckerausbeute aus 100 Füllmasse.

darin liegt, dass ein geschickter Fabrikant einen solchen bestimmten Procentsatz an Zuckerausbeute aus 100 Thln. Füllmasse erzielen kann, wie er ihn sich vorgenommen, vorausgesetzt, dass er das Polarimeter zu gebrauchen versteht, es wirklich zu Rathe zieht, und danach Alles organisirt.

Auf diese Art und Weise kann sich also der praktische Fabrikant leicht einen Calcül für seine Verhältnisse gründen, ob es sich lohnt, den Saft weiter zu veredeln und bis zu welchem Grade. Schade dabei ist nur, dass man den rohen Rübensaft nicht leicht nach derselben Methode prüfen kann, da derselbe bis 1,100 specifisches Gewicht gebracht werden müsste, was durch Eindicken (der Zersetzungen wegen, die roher Rübensaft erleidet) wohl nicht leicht thunlich ist und unter der Luftpumpe gar zu langsam von Statten geht; auch bildet sich beim Stehen stets ein Niederschlag; es fällt also ein Theil der festen Stoffe (oder des Substanzgehaltes) aus, und die Angabe von Zucker für 100 Thle. fester Stoffe würde danach unrichtig. — Es ist deshalb schade, weil man dadurch den Ausgangspunkt nicht genau kennt, von dem die Fabrikation beginnt, und diese Erkenntniss sollte doch stets das Erste sein, worauf man fusst, um ein vorgestecktes Ziel zu erreichen. Für die übrigen Saftstationen angewandt, ist aber diese Ermittelung der Menge Zucker in 100 festen Theilen sehr zu empfehlen. Man beseitigt dadurch eine Fehlerquelle, welche jeder Verhältnisszahl zwischen Zucker und Nichtzucker, wie man sie auch nennen mag, mehr oder weniger anklebt, und erhält dadurch rasche Aufschlüsse über die Fabrikation und über die Qualität der Füllmasse, mithin praktische Daten.

Ich habe daher versucht, eine Spindel von dem halben specifischen Gewichte = 0,1488 anzuwenden, und das erhaltene Resultat mit 2 zu multipliciren, um dadurch theils auch den Rohsaft mit in Rechnung ziehen zu können, theils leichter zu manipuliren.

Wohl ist diese Methode überhaupt nicht ganz genau, da das specifische Gewicht der Lösungen, die Salze enthalten, höher ist als von reinen Zuckerlösungen; aber dieser Umstand könnte in diesem Falle nur dazu dienen, den Grad der Reinigung der Säfte in den verschiedenen Stationen deutlicher hervortreten zu lassen, als es sonst der Fall sein würde. Ebenso sind die aus diesen Angaben berechneten Ausbeuten an Zucker nicht ganz richtig, da dabei keine Rücksicht auf die Natur der fremden Stoffe im Safte genommen werden konnte, die doch so entscheidend dafür ist. Diese Zahlen können immer nur als Anhaltspunkte dienen, deren sich die Praxis indessen mit grossem Vortheile bedienen kann.

Aus den in Obigem mitgetheilten Zahlen der realen Zuckerausbeute aus 100 Thln. fester Stoffe des Saftes in einigen Stationen der Fabrikation erhellt wohl zur Genüge die Wichtigkeit der Prüfung der Reinheit der Säfte, doch kann dem praktischen Fabrikanten, dem darum zu thun ist, bei Behandlung der Säfte eine bessere Entfärbung und eine möglichst grosse Kalkabsorption zu erzielen, eine solche Prüfung der fortschreitenden Reinigung der Säfte nie dringend genug angerathen werden; denn es ist dies als der Cardinalpunkt zu betrachten, der bei der Rentabilität der Fabrikation eine grosse Rolle spielt.

Gewöhnlich werden die Fabriken von Technikern gebaut, die sich um eine Behandlung der Säfte wenig gekümmert hatten, und die Einrichtung der meisten Fabriken ist auch dem entsprechend; selten trifft man die Fabrikanten, die diese Fehler der Organisation verbesserten, und es hat sich in der Rübenzuckerfabrikation eine Gewohnheit eingeschlichen, welche ganz bequem den einen Tag das wiederholt, was am vergangenen geschah; ganz unbekümmert um die veränderte Qualität der Rüben, die in verschiedenen Zeiten der Fabrikation von verschiedenen Feldmarken verarbeitet werden. Bei solchen Fabrikanten ist dann die alte herkömmliche und deshalb ehrwürdige (?) Fabrikationsmethode eine so eclatante Thatsache, dass, wenn sie eine andere Rübe unter die Hände bekommen, die unter denselben Verhältnissen der Fabrikation natürlich ein anderes Resultat bedingen, sie einfach achselzuckend sagen: die Rübe ist schlecht. Sie fabriciren das eine wie das andere Mal, denn die Maschine kann eben nur ihre regelmä-

ssigen Bewegungen vollbringen. So wird es denn auch erklärlich, dass der Rohzucker verschiedener Jahrgänge von sehr verschiedenem Gehalt sein kann, da die schlechtere Qualität der Rübe oder der geringere Reinheitsquotient des Saftes in solchen Jahren nicht durch eine energischere Veredlung und eine rationellere Fabrikation balancirt wird.

Betrachten wir die Rüben verschiedener Qualität, so finden wir, dass der Reinheitsquotient des daraus gepressten rohen Saftes von 63 bis 90 Proc. Zucker der Saccharometeranzeige in einem und demselben Lande variiren kann (siehe Balling's Ausweis über die Resultate der Prüfung der Runkelrüben von einigen Zuckerfabriken in Böhmen, in den Campagnen 1839 bis 59, mitgetheilt von mir in „Böhmen's Rübenzuckerfabrikation“ in der Campagne 1857 u. 58, Prag, S. 29).

Während der Saft der besten Rübe so rein ist, dass er mit Anwendung von nur wenig Knochenkohle viel und guten Zucker geben wird, ist derjenige der anderen Rübensorte so unrein, dass sehr bedeutende Quantitäten Knochenkohle angewendet werden müssten, um einen ähnlichen Reinheitscoëfficienten zu erzielen. Die Knochenkohle soll doch dazu dienen, die Säfte reiner zu machen und Nichtzucker zu absorbiren. Die Menge derselben, die der praktische Fabrikant anzuwenden hat, muss daher consequenter Weise diesem Verhältnisse von Zucker und Nichtzucker proportional sein, d. h. es muss mehr Knochenkohle dort angewendet werden, wo mehr Nichtzucker zu absorbiren, als wo die Natur und die Cultur der Rübe das Verhältniss von Zucker und Nichtzucker günstiger gestaltete, um in beiden Fällen ein ähnliches Resultat zu erzielen. Ob es möglich ist, es ganz so weit zu bringen, müssen stets praktische Versuche zeigen. In dem Artikel über Filtration werden wir diesen Punkt näher betrachten. Hier können wir nur im Allgemeinen anführen, welche Einflüsse darauf besonders maassgebend sind.

Den grössten Einfluss auf die Reinigung der Säfte übt die Qualität der angewandten Knochenkohle, welche, wie wir oben gesehen, bis 90, ja selbst 95 Proc. Zucker der Angaben der Spindel d. h. des Reinheitsquotienten den Saft veredeln kann; während ganz schlechte Knochenkohle die Reinheit des über sie filtrirten Saftes gar nicht erhöht. In diesen Grenzen bewegt sich mithin die Wirkung der Knochenkohle von verschiedener Qualität, und die besondere Wichtigkeit, welche man der Behandlung der Knochenkohle widmet, wird dadurch gerechtfertigt; Knochenkohle, die aus übel verstandener Oekonomie durch die

Essig- oder Milchsäure-Gährung der Melasse von dem in der Filtration aufgenommenen Kalke befreit wurde, ist nie so fähig, die Säfte wirklich so zu veredeln und zu reinigen, als die mit Salzsäure behandelte Kohle.

Wenn wir im Vorgehenden die Veredlung der Säfte im Allgemeinen, oder die Absorption der fremden Stoffe aus den Säften in Summa betrachteten, so dürfte es doch interessant sein, die Menge der organischen und unorganischen Stoffe in den verschiedenen Stadien zu beleuchten.

Die unorganischen Bestandtheile, wie sie durch Veraschung der Säfte erzielt werden, waren nach meinen Versuchen folgende in den verschiedenen Stadien, in denen die Säfte auf gleiche Dichten reducirt waren:

Der Rohsaft	hatte	= 0,456	Proc.	Aschengehalt	= 100
Der geschiedene Saft	„	= 0,852	„	„	= 187
Der saturirte „	„	= 0,6	„	„	= 132
Der 1mal filtrirte „	„	= 0,37	„	„	= 81
Der 2mal filtrirte „	„	= 0,13	„	„	= 29.

Es erhellt daraus, dass die Filtration des Saftes über Knochenkohle der wesentliche Punkt in Verminderung der Salze im Rübensafte ist.

Von den organischen Substanzen sind in Säften gleicher Dichte enthalten, die Menge der im Rohsafte vorhandenen $^1/_2$ bis 1,5 Proc. = 100 gesetzt:

im Rohsafte	=	100
im geschiedenen u. saturirten Safte	=	92 — 87 Proc.
im einmal filtrirten „	=	76 — 70 „
im Dicksafte	=	24 — 43,6 „

Abgeschieden waren daher in jeder Station:

bei der Scheidung und Saturation	= 8	bis	13	Theile per 100	
bei der einmaligen Filtration	= 16	„	17	„ „ „	
bei der zweiten Filtration und Verdampfung	= 42	„	26,4	„ „ „	
In Summa	= 66	bis	56,4	Theile	
bleiben im Safte	= 34	„	43,6	„	
	100,0	bis	100,0	Theile,	

woraus zu folgern ist, dass diese Stoffe keineswegs immer so vollständig aus den Säften entfernt werden, als man oft annimmt. Solche Versuche bieten eine interessante Illustration zu den Vorgängen in der Praxis, und gestatten sowohl ein Urtheil über die Rübe, als über die Fabrikation.

vergleichenden Safte; so kann man durch Zugabe von Wasser den dunkleren Saft so weit verdünnen, bis er dieselbe Farbe wie der hellere Saft angenommen hat und man erfährt dadurch, um wieviel man den dunkleren Saft mit Wasser verdünnen musste, damit er eine ebenso helle Farbe annehme; der Scheidesaft z. B. sei bis zum 10. Theilstriche des Glases eingefüllt, während der zweimal filtrirte helle Saft im andern Glase desselben Kalibers zum Vergleiche diene; und man sei genöthigt bis zum 20. Theilstriche des Glases Wasser zum Scheidesafte zu giessen, damit eine Farbengleichheit stattfände; so könnte man sagen, der Scheidesaft ist noch einmal so dunkel als der filtrirte. Für die Praxis bequemer ist aber die Ausdrucksweise, dass man nur die Zahl des Theilstriches angiebt, welche man nach der Verdünnung mit Wasser wirklich abliest; hier also 20, dazu muss aber immer bis zum 10. Theilstriche Saft genommen werden, und ich füge nur noch hinzu, dass man zur Verdünnung sich des klaren Kalkwassers zu bedienen hat, da gewöhnliches Wasser oft eine Trübung der Flüssigkeit hervorruft. Wir werden im Folgenden den Grad der Entfärbung stets in denselben Zahlen angeben, wie sie am Spiegel der verdünnten Lösung am Theilglase abgelesen wird, also in dem Falle, wie oben bemerkt, z. B. 20, indem wir der Ueberzeugung treu bleiben, dass für den praktischen Betrieb in Runkelrübenzuckerfabriken das Einfachste das Beste ist.

Zur Grundlage der Vergleichung nehmen wir das erste Stadium des klaren Saftes, nämlich den geschiedenen Rübensaft, wobei wir freilich dem Uebelstande begegnen, dass auch der Scheidesaft nicht immer die gleiche Farbe besitzt. Die Qualität der Rübe, die Methode ihrer Cultur, die Zeit ihrer Verarbeitung, die grössere oder geringere Sorgfalt und Erkenntniss der wahren Bedingungen beim Aufbewahren der Rübe, die grössere oder geringere Menge Kalk, die bei der Scheidung angewendet wurde, üben alle einen nicht zu verkennenden Einfluss auf die Farbe des geschiedenen Saftes, und es wird daher Rübensaft in diesem Stadium der Fabrikation eigentlich nur deshalb zu Grunde gelegt, weil nichts Besseres bekannt ist, so dass diese Methode immerhin mit gewissen Mängeln behaftet bleibt.

Wohl hat man Instrumente construirt, die Farben zu messen, und ihnen schöne Namen gegeben; aber für die Rübensäfte ist die Farbebestimmung nicht so wesentlich, dass wir ihrer bedürften. Einen grossen Einfluss auf die Entfärbung übt die grössere oder geringere Feinheit der Kohle; denn in je feinerer Körnung dieselbe Menge Kohle unter

denselben Verhältnissen bei der Filtration angewandt wird, ein desto grösserer Effect wird in Hinsicht der Entfärbung erzielt werden. Nur die praktische Möglichkeit der Filtration steckt hier die Grenzen. Beiläufig sei hier bemerkt, dass man die Feinheit der Knochenkohle am Besten nach der Grösse der Maschen der Siebe (36 Maschen per Quadratzoll) bestimmt, durch welches sie vor ihrer Anwendung ging.

Einen anderen Einfluss übt die Menge der angewendeten Knochenkohle aus unter sonst gleichen Umständen. Im Mittel von einigen 20 Versuchen fand ich bei Knochenkohlen der verschiedensten Qualität bei gleicher Körnung und gleicher Zeitdauer der Einwirkung, dass

10 Proc. Knochenkohle entfärben bis 18,
20 „ „ „ „ 22,
30 „ „ „ „ 32,
40 „ „ „ „ 38,
50 „ „ „ „ 66.

Die Entfärbung nimmt also ganz entschieden im Verhältniss der Menge der angewendeten Knochenkohle zu.

Ebenso hat die Qualität der Knochenkohle sehr grossen Einfluss. Gleiche Mengen Kohle verschiedener Qualität gaben bei gleicher Körnung und gleicher Zeitdauer der Einwirkung

eine Entfärbung von 60 bei neuer frisch geglühter Knochenkohle,
„ „ „ 34 bei etwas gebrauchter Raffinirkohle,
„ „ „ 27 bei gebrauchter Kohle von 12,4 % Kalkgehalt,
„ „ „ 20 „ „ „ „ 13,5 % „

Doch darf daraus nicht der Schluss gezogen werden, dass der grosse Kalkgehalt der Kohle allein die geringe Entfärbung verschuldete. Lange gebrauchte Kohle, die namentlich selten einer energischen Gährung zur Fortschaffung der aus den Rübensäften aufgenommenen Substanzen unterworfen wurde, wird dadurch in den Poren verstopft, und ihre Absorptionsfähigkeit (ganz abgesehen von dem Kalkgehalte derselben) für die Farbstoffe derselben vermindert.

Auch die Form der Filter; sowie die Art und Weise der Filtration hat Einfluss auf die Entfärbung, da die doppelte Filtration (das sogenannte Uebersteigen) z. B. eine Entfärbung von 36; während dieselbe Menge Kohle in einem Gefässe nur 27 giebt unter sonst gleichen Umständen. Eine noch geringere Entfärbung wurde erhalten, als anstatt eines mehr hohen als breiten Gefässes ein mehr breites und niedriges Gefäss angewendet wurde.

Wenn demnach die Form der Filter schon nicht ohne Einfluss ist, so ist um so mehr die Art und Weise der Filtration von der allerentschiedensten Wirkung, und es lassen sich dadurch in Bezug auf Farbe sehr hübsche Resultate erzielen, die in einigen Fällen der Praxis von grossem Nutzen begleitet sein können.

Ehe wir dieses Capitel schliessen, müssen wir noch den Gang eines Filters, d. h. die Abnahme der Entfärbung der filtrirten Rübensäfte, in verschiedenen Zeiten näher betrachten:

Die Entfärbung eines Dünnsaftes war z. B.

in	der	1.	Stunde	=	120,
„	„	2.	„	=	100,
„	„	3.	„	=	80,
„	„	4.	„	=	50,
„	„	5.	„	=	40,
„	„	6.	„	=	20.

Hieraus erhellt die Abnahme recht deutlich und der richtige Fingerzeig, eine stets gleiche, sehr helle Waare zu erzielen, ist damit gegeben.

Viele Fabrikanten glauben, dass die grössere oder geringere Concentration der Säfte einen Einfluss auf die entfärbende Kraft der Knochenkohle ausübe, und wenn diese Thatsache auch nicht zu leugnen ist, so dürfte sie doch nicht in so grossem Maassstabe als sicher hinzustellen sein, als dies oft von den Praktikern geschieht. Kohle, welche Dicksaft nur bis 20 entfärbte, decolorirte den darauf folgenden Dünnsaft allerdings bis 60; dies scheint mir jedoch kein erhebliches Resultat zu sein in Hinsicht auf die im Obigen mitgetheilten Daten, und ich glaube daher, dass dieser Umstand im Praktischen oft überschätzt wird, wozu die an und für sich hellere Farbe des Dünnsaftes (seiner Vermischung mit Wasser wegen) wohl Veranlassung gegeben haben mag.

Der durchschnittliche Dünnsaft im praktischen Betriebe zeigt, je nachdem er von den Filtern läuft, eine Entfärbung von 30 bis 80 gegen den geschiedenen Saft; der Dicksaft hingegen, wie er aus dem Reservoire zum Kochen gelangt, muss 20 bis 80 gegen den geschiedenen Saft entfärbt sein. Diese Ermittelungen der Farben des Durchschnittssaftes in den zwei Stadien der Fabrikation erlauben eine leichte Controle der Art und Weise der ganzen Filtration und geben einen Anhaltspunkt zu Vergleichen und Urtheilen.

Das Entfärbungsvermögen der Knochenkohle für eine Auflösung

von Indigo in Schwefelsäure kann hierbei um so weniger als Maassstab genommen werden, als es nach Muspratt (Bd. I, S. 795 seiner theoretischen, praktischen und analytischen Chemie) „eine schlagende Thatsache ist, dass die relativ entfärbende Wirkung, wie sie durch Indigo oder Syrup gemessen wurde, bei beiden Substanzen weit von der Identität entfernt ist". — Da der Rübenzuckerfabrikant nun aber eben nur Zuckersäfte zu entfärben hat, so ist es auch das Beste, dass er seine Versuche hiermit anstellt, um gleich für die Praxis maassgebende und in dieselbe leicht zu übertragende Resultate zu erhalten.

Im Gegensatze zu der befriedigenden Entfärbung durch Knochenkohle kann unter Umständen die Kohlensäure in Bezug auf Farbe eine ungünstige Wirkung hervorbringen; denn selbst reine Kohlensäure lässt die Säfte oft dunkler nach der Sättigung des Kalkes zurück, als dieselben im kalkhaltigen Zustande waren. Dies scheint besonders dann hervorzutreten, wenn die Rüben minderer Qualität waren, oder durch Aufbewahren etc. gelitten hatten; wenn nicht der Grad der Sättigung der Säfte mittelst Kohlensäure noch grösseren Einfluss darauf übt. Thatsache ist wenigstens die Beobachtung, dass durch nochmalige Zugabe von Kalk zum geschiedenen Safte und dessen Fällung (die jedoch nicht zu weit getrieben werden darf) eine Entfärbung erzielt wird, wie ich an a. O. nachgewiesen, während ein zu langes Einströmen der Kohlensäure dunkle Säfte verursacht.

Wir kommen nun zum dritten oder zum Hauptpunkte der Behandlung der Säfte, nämlich zur Veredlung derselben, oder zu ihrem wahren Werthe. Die Beurtheilung dieses Werthes ist mit ziemlich grossen Schwierigkeiten verknüpft, da ein kleiner Beobachtungsfehler eine grosse Rolle dabei spielen kann. Der Ausdruck, den wir dem Werthe des Saftes geben wollen, scheint mir nach den Angaben des verehrten Herrn Professor Balling sehr bezeichnend zu sein.

Jede Zuckerlösung hat nämlich um so mehr Werth, je mehr sie sich einer reinen Zuckerlösung nähert; so dass eine Lösung, welche ebenso viele Procente Zucker enthält, als sie an Balling's Procentenmesser anzeigt, im Verhältniss den höchsten Werth für den Fabrikanten besitzt, und derselbe wäre in diesem Falle 100. Herr Professor Balling nennt diese Zahl „Quotient", welchen Ausdruck wir hier unter dem Namen Reinheitsquotient beibehalten wollen, anstatt des hier zweideutigen Wortes „Werth". Jede Zuckerlösung ist daher um so viel weniger für den Fabrikanten werth, je weniger Zucker sie im Vergleiche zur Angabe an Balling's Procentenmesser oder im Verhält-

nisse zum specifischen Gewichte zeigt; da der Fabrikant in demselben Verhältnisse mehr fremde Stoffe abzuscheiden hat, was Kosten verursacht und zugleich weniger Zucker resp. Geld erzielt. Der Procentsatz dieses Verhältnisses soll also im Folgenden durch den Namen „Reinheitsquotient“ bezeichnet werden.

Einige Beispiele werden dazu dienen, dies deutlicher zu machen.

Der rohe Rübensaft zeige z. B. an Balling's Spindel = 16 Proc., und habe in 100 Thln. 12,64 Proc. Zucker, so ergiebt sich der Reinheitsquotient aus diesem Verhältnisse allein (denn $16:12{,}64 = 100:x$, woraus $x = \frac{100 \, . \, 12{,}64}{16}\Big) = 79$. Dieser Saft von 16 Proc. Spindelanzeige hat demnach einen Reinheitsquotienten von 79, da von diesen 16 Thln. des Saftes 79 Proc. Zucker sind (denn $16 \, . \, 0{,}79 = 12{,}64$ Proc. Zucker). Verfolgt man nun dieses Verhältniss von Zucker und Nichtzucker durch alle Stadien der Fabrikation; so gewinnt man dadurch sowohl einen klaren Ueberblick über die Leistung jeder Operation im Einzelnen, als auch ein bestimmtes Urtheil über eine ganze Fabrikationsmethode.

So hatten z. B. die Durchschnittssäfte verschiedener Stationen in dem praktischen Betriebe folgende Reinheitsquotienten im Durchschnitt von 21 Untersuchungen:

1. Der Rohsaft	=16,0	Proc. Balling	12,64	Proc. Zucker	=79 Proc. Reinheitsquot.
2. Geschiedener Saft	=13,9	„ „	11,08	„ „	=79,7 „ „
3. Saturirter „	=13,66	„ „	11,09	„ „	=81,2 „ „
4. Vorgekochter „	=23,26	„ „	19,05	„ „	=81,9 „ „
5. 1mal filtrirter „	=23,17	„ „	20,40	„ „	=88 „ „
6. 2mal filtrirter „	=45,00	„ „	40,59	„ „	=90,2 „ „

Daraus ergiebt sich folgende graphische Darstellung der Reinigung und Veredlung der Rübensäfte:

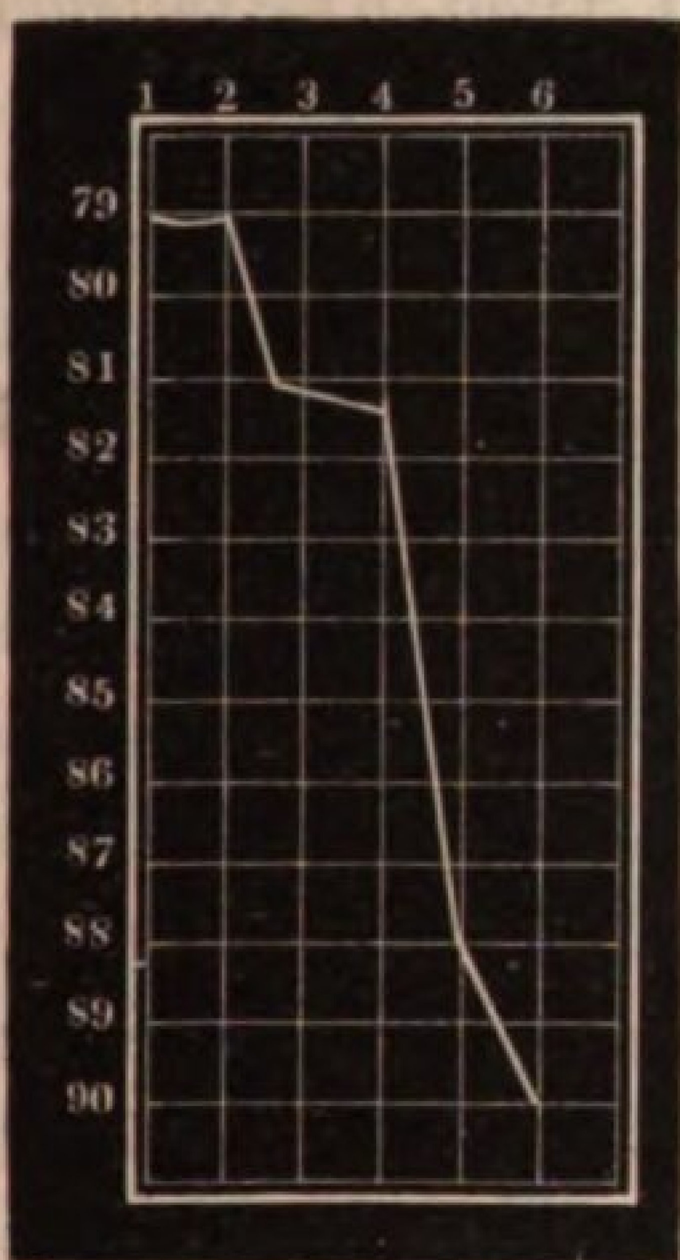
Die Zahlen 1 bis 6 oben, Fig. 108 a. f. S., bedeuten die verschiedenen Stadien der Fabrikation, die Zahlen links 79 bis 90 bedeuten die Reinheitsquotienten.

Auf diese Art und Weise lassen sich die Fabrikationsmethoden leicht versinnlichen und klar und deutlich übersehen.

Die Beobachtung dieser fortschreitenden Reinigung ist aber das Wesentlichste der ganzen Rübenzuckerfabrikation, und der Fabrikant, der diese Stationen stets genau beobachtet, wird einzig und allein nicht nur ein klares Bild der ganzen Fabrikation haben, sondern er wird auch stets von vornherein wissen, wie viel Zucker er aus 100 Thln. Saft resp. Füllmasse zu erwarten hat. So wird der Rübenzucker-

fabrikant, der sich des Polarisationsinstrumentes oder anderer verlässlicher Mittel zur Ermittelung obiger Daten rationell bedient, in den verschiedenen Stadien der Fabrikation nie überrascht sein von irgend einer noch so hohen oder geringen Ausbeute aus 100 Thln. Füllmasse; da er selbige vorher berechnete, da er vorher wusste, wie sie sich bildete. Daraus folgt aber consequenter Weise, dass dieser Fabrikant durch ein so klares Bewusstsein auch in der Lage ist, sich die Füllmasse so oder so, je nach seinem Willen und Gutdünken bilden zu können, wenn ihm die Mittel überhaupt geboten sind; denn er ersieht aus jenen Zahlen, wann, wo und wie er selbige anzuwenden hat, um dieses oder jenes Resultat zu erzielen, und er ist dadurch zugleich in die Lage versetzt, den Erfolg dieser angewandten Mittel controliren und reguliren zu können.

Fig. 108.



Noch klarer würde solche Uebersicht über die Veredlung der Säfte werden, wenn man anstatt dieses Reinheitsquotienten direct die Menge der auf 100 Thln. fremder Substanzen enthaltenen Zuckers mit Leichtigkeit anzugeben im Stande wäre. — Würde die Anzeige von Balling's Spindel den wirklichen Substanzgehalt, d. h. die festen Stoffe des Saftes angeben, so ist es klar, dass der Reinheitsquotient mit den Angaben des Polarisationsinstrumentes im Einklang stehen müsste. Nachdem aber der Substanzgehalt der Säfte nie genau durch die Balling'sche Spindel ermittelt werden kann, so ist stets eine je nach der Individualität der fremden Substanzen verschiedene Differenz vorhanden, welche sich nie gleich bleibt. Ich versuchte daher auch, sämmtliche Säfte bis 1,100 specifisches Gewicht theils eindicken, theils verdünnen zu lassen, um so noch klarere Zahlen zu haben; das Mittel mehrerer Untersuchungen war, dass

2. der geschiedene Saft 75 Theile Zucker in 100 festen Theilen hatte.
3. der saturirte „ 75 „ „ „ „ „ „ „
5. der 1mal filtrirte „ 85 „ „ „ „ „ „ „
6. der 2mal filtrirte „ 86,6 „ „ „ „ „ „ „

Diese Angaben sind deshalb so wichtig, weil daraus unmittelbar die Ausbeute an Zucker aus 100 Thln. fester Substanz der Füllmasse sich ergiebt, und der Fabrikant dadurch sofort weiss, welche

Füllmasse resp. welche Menge Zucker er erhalten würde in jedem Stadium der Fabrikation, wo er den Saft nicht weiter reinigte oder veredelte, sondern ihn direct zur Füllmasse eindickte. Nimmt man mit Ventzke an, dass 1 Theil Nichtzucker auch 1 Theil Krystallzucker praktisch ungewinnbar macht, so würde man z. B. im obigen Falle erhalten:

2. vom geschiedenen Saft mit 75 Proc. Zucker in 100 festen Theilen = 50 Proc. Zuckerausbeute aus 100 Füllmasse.
3. vom saturirten Saft mit 75 Proc. Zucker in 100 festen Theilen = 50 Proc. Zuckerausbeute aus 100 Füllmasse.
5. vom 1mal filtrirten Saft mit 85 Proc. Zucker in 100 festen Theilen = 70 Proc. Zuckerausbeute aus 100 Füllmasse.
6. vom 2mal filtrirten Saft mit 86,6 (bis 88) Proc. Zucker in 100 festen Theilen = 73,2 Proc. Zuckerausbeute aus 100 Füllmasse.

darin liegt, dass ein geschickter Fabrikant einen solchen bestimmten Procentsatz an Zuckerausbeute aus 100 Thln. Füllmasse erzielen kann, wie er ihn sich vorgenommen, vorausgesetzt, dass er das Polarimeter zu gebrauchen versteht, es wirklich zu Rathe zieht, und danach Alles organisirt.

Auf diese Art und Weise kann sich also der praktische Fabrikant leicht einen Calcül für seine Verhältnisse gründen, ob es sich lohnt, den Saft weiter zu veredeln und bis zu welchem Grade. Schade dabei ist nur, dass man den rohen Rübensaft nicht leicht nach derselben Methode prüfen kann, da derselbe bis 1,100 specifisches Gewicht gebracht werden müsste, was durch Eindicken (der Zersetzungen wegen, die roher Rübensaft erleidet) wohl nicht leicht thunlich ist und unter der Luftpumpe gar zu langsam von Statten geht; auch bildet sich beim Stehen stets ein Niederschlag; es fällt also ein Theil der festen Stoffe (oder des Substanzgehaltes) aus, und die Angabe von Zucker für 100 Thle. fester Stoffe würde danach unrichtig. — Es ist deshalb schade, weil man dadurch den Ausgangspunkt nicht genau kennt, von dem die Fabrikation beginnt, und diese Erkenntniss sollte doch stets das Erste sein, worauf man fusst, um ein vorgestecktes Ziel zu erreichen. Für die übrigen Saftstationen angewandt, ist aber diese Ermittelung der Menge Zucker in 100 festen Theilen sehr zu empfehlen. Man beseitigt dadurch eine Fehlerquelle, welche jeder Verhältnisszahl zwischen Zucker und Nichtzucker, wie man sie auch nennen mag, mehr oder weniger anklebt, und erhält dadurch rasche Aufschlüsse über die Fabrikation und über die Qualität der Füllmasse, mithin praktische Daten.

Ich habe daher versucht, eine Spindel von dem halben specifischen Gewichte = 0,1488 anzuwenden, und das erhaltene Resultat mit 2 zu multipliciren, um dadurch theils auch den Rohsaft mit in Rechnung ziehen zu können, theils leichter zu manipuliren.

Wohl ist diese Methode überhaupt nicht ganz genau, da das specifische Gewicht der Lösungen, die Salze enthalten, höher ist als von reinen Zuckerlösungen; aber dieser Umstand könnte in diesem Falle nur dazu dienen, den Grad der Reinigung der Säfte in den verschiedenen Stationen deutlicher hervortreten zu lassen, als es sonst der Fall sein würde. Ebenso sind die aus diesen Angaben berechneten Ausbeuten an Zucker nicht ganz richtig, da dabei keine Rücksicht auf die Natur der fremden Stoffe im Safte genommen werden konnte, die doch so entscheidend dafür ist. Diese Zahlen können immer nur als Anhaltspunkte dienen, deren sich die Praxis indessen mit grossem Vortheile bedienen kann.

Aus den in Obigem mitgetheilten Zahlen der realen Zuckerausbeute aus 100 Thln. fester Stoffe des Saftes in einigen Stationen der Fabrikation erhellt wohl zur Genüge die Wichtigkeit der Prüfung der Reinheit der Säfte, doch kann dem praktischen Fabrikanten, dem darum zu thun ist, bei Behandlung der Säfte eine bessere Entfärbung und eine möglichst grosse Kalkabsorption zu erzielen, eine solche Prüfung der fortschreitenden Reinigung der Säfte nie dringend genug angerathen werden; denn es ist dies als der Cardinalpunkt zu betrachten, der bei der Rentabilität der Fabrikation eine grosse Rolle spielt.

Gewöhnlich werden die Fabriken von Technikern gebaut, die sich um eine Behandlung der Säfte wenig gekümmert hatten, und die Einrichtung der meisten Fabriken ist auch dem entsprechend; selten trifft man die Fabrikanten, die diese Fehler der Organisation verbesserten, und es hat sich in der Rübenzuckerfabrikation eine Gewohnheit eingeschlichen, welche ganz bequem den einen Tag das wiederholt, was am vergangenen geschah; ganz unbekümmert um die veränderte Qualität der Rüben, die in verschiedenen Zeiten der Fabrikation von verschiedenen Feldmarken verarbeitet werden. Bei solchen Fabrikanten ist dann die alte herkömmliche und deshalb ehrwürdige (?) Fabrikationsmethode eine so eclatante Thatsache, dass, wenn sie eine a n d e r e Rübe unter die Hände bekommen, die unter d e n s e l b e n Verhältnissen der Fabrikation natürlich ein anderes Resultat bedingen, sie einfach achselzuckend sagen: die Rübe ist schlecht. Sie fabriciren das eine wie das andere Mal, denn die Maschine kann eben nur ihre regelmä-

ssigen Bewegungen vollbringen. So wird es denn auch erklärlich, dass der Rohzucker verschiedener Jahrgänge von sehr verschiedenem Gehalt sein kann, da die schlechtere Qualität der Rübe oder der geringere Reinheitsquotient des Saftes in solchen Jahren nicht durch eine energischere Veredlung und eine rationellere Fabrikation balancirt wird.

Betrachten wir die Rüben verschiedener Qualität, so finden wir, dass der Reinheitsquotient des daraus gepressten rohen Saftes von 63 bis 90 Proc. Zucker der Saccharometeranzeige in einem und demselben Lande variiren kann (siehe Balling's Ausweis über die Resultate der Prüfung der Runkelrüben von einigen Zuckerfabriken in Böhmen, in den Campagnen 1839 bis 59, mitgetheilt von mir in „Böhmen's Rübenzuckerfabrikation" in der Campagne 1857 u. 58, Prag, S. 29).

Während der Saft der besten Rübe so rein ist, dass er mit Anwendung von nur wenig Knochenkohle viel und guten Zucker geben wird, ist derjenige der anderen Rübensorte so unrein, dass sehr bedeutende Quantitäten Knochenkohle angewendet werden müssten, um einen ähnlichen Reinheitscoëfficienten zu erzielen. Die Knochenkohle soll doch dazu dienen, die Säfte reiner zu machen und Nichtzucker zu absorbiren. Die Menge derselben, die der praktische Fabrikant anzuwenden hat, muss daher consequenter Weise diesem Verhältnisse von Zucker und Nichtzucker proportional sein, d. h. es muss mehr Knochenkohle dort angewendet werden, wo mehr Nichtzucker zu absorbiren, als wo die Natur und die Cultur der Rübe das Verhältniss von Zucker und Nichtzucker günstiger gestaltete, um in beiden Fällen ein ähnliches Resultat zu erzielen. Ob es möglich ist, es ganz so weit zu bringen, müssen stets praktische Versuche zeigen. In dem Artikel über Filtration werden wir diesen Punkt näher betrachten. Hier können wir nur im Allgemeinen anführen, welche Einflüsse darauf besonders maassgebend sind.

Den grössten Einfluss auf die Reinigung der Säfte übt die Qualität der angewandten Knochenkohle, welche, wie wir oben gesehen, bis 90, ja selbst 95 Proc. Zucker der Angaben der Spindel d. h. des Reinheitsquotienten den Saft veredeln kann; während ganz schlechte Knochenkohle die Reinheit des über sie filtrirten Saftes gar nicht erhöht. In diesen Grenzen bewegt sich mithin die Wirkung der Knochenkohle von verschiedener Qualität, und die besondere Wichtigkeit, welche man der Behandlung der Knochenkohle widmet, wird dadurch gerechtfertigt; Knochenkohle, die aus übel verstandener Oekonomie durch die

Essig- oder Milchsäure-Gährung der Melasse von dem in der Filtration aufgenommenen Kalke befreit wurde, ist nie so fähig, die Säfte wirklich so zu veredeln und zu reinigen, als die mit Salzsäure behandelte Kohle.

Wenn wir im Vorgehenden die Veredlung der Säfte im Allgemeinen, oder die Absorption der fremden Stoffe aus den Säften in Summa betrachteten, so dürfte es doch interessant sein, die Menge der organischen und unorganischen Stoffe in den verschiedenen Stadien zu beleuchten.

Die unorganischen Bestandtheile, wie sie durch Veraschung der Säfte erzielt werden, waren nach meinen Versuchen folgende in den verschiedenen Stadien, in denen die Säfte auf gleiche Dichten reducirt waren:

Der Rohsaft	hatte	= 0,456	Proc.	Aschengehalt	= 100
Der geschiedene Saft	„	= 0,852	„	„	= 187
Der saturirte „	„	= 0,6	„	„	= 132
Der 1mal filtrirte „	„	= 0,37	„	„	= 81
Der 2mal filtrirte „	„	= 0,13	„	„	= 29.

Es erhellt daraus, dass die Filtration des Saftes über Knochenkohle der wesentliche Punkt in Verminderung der Salze im Rübensafte ist.

Von den organischen Substanzen sind in Säften gleicher Dichte enthalten, die Menge der im Rohsafte vorhandenen $^1/_2$ bis 1,5 Proc. = 100 gesetzt:

im Rohsafte	= 100
im geschiedenen u. saturirten Safte	= 92 — 87 Proc.
im einmal filtrirten „	= 76 — 70 „
im Dicksafte	= 24 — 43,6 „

Abgeschieden waren daher in jeder Station:

bei der Scheidung und Saturation	= 8	bis	13	Theile per 100	
bei der einmaligen Filtration	= 16	„	17	„ „ „	
bei der zweiten Filtration und Verdampfung	= 42	„	26,4	„ „ „	
In Summa	= 66	bis	56,4	Theile	
bleiben im Safte	= 34	„	43,6	„	
	100,0	bis	100,0	Theile,	

woraus zu folgern ist, dass diese Stoffe keineswegs immer so vollständig aus den Säften entfernt werden, als man oft annimmt. Solche Versuche bieten eine interessante Illustration zu den Vorgängen in der Praxis, und gestatten sowohl ein Urtheil über die Rübe, als über die Fabrikation.

Die möglichst rasche Abscheidung der organischen Stoffe, jener Gährungserreger, ist um so mehr zu empfehlen, als sie die Rübensäfte in Gährung zu versetzen geneigt sind, und dann den Zucker zerstören. — Eine reine Zuckerlösung hält sich mehrere Tage, je mehr sie aber mit organischen Stoffen geschwängert ist, desto rascher geht sie in Zersetzung über. Könnte man daher die organischen Substanzen aus den Rübensäften ausfällen, so würde die Behandlung der Säfte dadurch weit leichter sein.

Jetzt schützt hauptsächlich der Kalk gegen jene nachtheiligen Veränderungen der Rübensäfte, und daher kam es denn auch, dass die Anwendung der Kohlensäure, die den Kalk entfernt, anfangs so viele Gegner fand. Ja man behauptete damals, der geschiedene Saft müsse wenigstens 0,8 Alkalinität des Kalkes im Kalkwasser enthalten, um gute Füllmassen zu geben. — Natürlich, weil man grosse Filter für kleine Mengen Saft benutzte, in denen derselbe lange unter der Gährung günstigen Bedingungen verweilte, und man nicht so grosse Aufmerksamkeit auf die möglichst schnelle Verarbeitung derselben verwandte. Da nämlich die Säfte nur nach einiger Zeit in Verderben gerathen, so ist klar, dass Saft, der schnell verarbeitet wird, weniger Kalk zur Conservation bedarf, als derjenige, welcher längere Zeit allen Temperaturveränderungen und schädlichen Einflüssen ausgesetzt war.

Daher verkleinerte man denn auch in vielen Fabriken den Inhalt der Filter, nachdem man zur Kohlensäure übergegangen war. — Man zwang dadurch den Saft schneller die Stadien der Fabrikation zu durchlaufen, wie es der geringe Antheil an Kalk bedingte. Viel Kalk gestattet, den Saft Jahre lang aufzubewahren (Maumené).

Ebenso wie die Menge der zersetzbaren organischen Stoffe im Rübensafte von Wichtigkeit für die Haltbarkeit der Säfte ist, ebenso ist auch die Schnelligkeit im Betriebe von Bedeutung. Der Rübensaft kann die Stadien der Fabrikation durchlaufen in folgenden Zeiträumen:

Füllung des Scheidekessels höchstens . .	1	Stunde
Aufkochen und Ablassen	1	„
Saturiren und Absetzen bis zum Filtriren .	1	„
Dauer der Filtration	1	„
Eindickung bis $^1/_7$	7	„
Filtration des Dicksaftes	1	„
Ansammeln und Kochen	3	„
Es wäre also möglich in	15	Stunden

den rohen Saft zur Füllmasse zu bringen; jedoch bleiben viele Theile Saft, die Süsswasser namentlich länger unterwegs, und sind daher dem Verderben eher ausgesetzt. Eine scharfe Trennung der Säfte empfiehlt sich daher dringend. Es giebt auch Fabriken, die so organisirt sind, dass der Saft erst nach 20 und 30 Stunden zum Kochen gelangt, und die dann selten so gute Resultate unter gleichen Verhältnissen aufzuweisen haben, als diejenigen Fabriken, die in kürzeren Zeiträumen diese Operationen beendigen. — Die Schnelligkeit der Fabrikation, die Reinlichkeit aller Gefässe, damit die zurückbleibenden Schichten nicht, in grossen Oberflächen der Luft ausgesetzt, verderben, sind in der Behandlung der Säfte sehr zu beherzigende Momente.

Die Entfernung aller oder der meisten organischen Stoffe aus dem dünnen Safte wäre freilich eine grosse Sicherheit und die Garantie einer besseren Ausbeute. — Die Haltbarkeit der Säfte steht im directen Verhältniss zur Reinheit derselben. Dünnsaft der ersten Stunde der Filtration mit 86,8 Proc. Zucker in 100 festen Theilen hält sich z. B. 20 Stunden lang, ohne nachweisbare Veränderung; während zu Ende der Filtration verdünnte Säfte von 10 Proc. Bg. mit 78 Proc. Zucker in 100 festen Theilen nach 20 Stunden deutliche Mengen veränderten Zuckers enthalten, und Süsswasser von 1,8 Proc. Bg. mit 71 Proc. Zucker in 100 festen Theilen schon nach 7 Stunden Veränderungen wahrnehmen liess, trotz der Kalkmenge, die darin enthalten.

Da der Kalk vor jenen Zersetzungen schützt, so setzt man rationeller Weise dem einmal filtrirten Safte Kalk zu für den Fall, dass er zu wenig enthielte. Das Minimum in dieser Station bei der jetzigen Fabrikation scheint 0,3 so viel wie im Kalkwasser oder (0,3 . 0,136 =) 0,041 Proc. Kalk zu sein, die sich jedoch durch Eindicken des Saftes wesentlich vergrössert; — bei einem solchen Kalkgehalte scheint der Saft beim Verdampfen nicht zu leiden.

Aus 29 Untersuchungen während des Betriebes in offenen Abdampfpfannen ergab sich der Gehalt des Dünnsaftes zu 23,74 Proc. Bg. bei 19,08 Proc. Zucker, mithin zu 80,4 Reinheitsquotienten.

Der Gehalt des eingedickten Saftes hingegen zu 52,95 Proc. Bg. und 43,24 Proc. Zucker, mithin zu 81,7 Reinheitsquotient.

Der Saft ist also beim Kochen (durch Ausscheidung organischer Kalksalze?) eher veredelt als verschlechtert worden.

Bei der Eindickung in Abdampfapparaten, also bei niedrigeren Temperaturen war das Resultat aus 12 Untersuchungen, dass der Saft anstatt 85,5 Thle. Zucker in 100 festen Stoffen vor der Abdampfung,

nach der Eindickung bis 46 Proc. Bg. = 86,7 Thle. Zucker in 100 festen Stoffen enthielt. Hier ist also der Saft bei der Verdampfung in niedrigen Temperaturen ebenfalls veredelt worden durch die Einwirkung des Kalkes auf organische Substanzen, was durch Bildung von Ammoniak nachgewiesen werden konnte, und ich bestreite, gestützt auf solche Zahlen, eine Berechtigung der Ansicht, dass nur in höheren Temperaturen, nur in offenen Pfannen etc., die Zersetzung der organischen Substanzen vor sich ginge? Selbst bei gewöhnlichen Temperaturen findet diese Einwirkung des Kalkes auf organische Stoffe statt, wie die rohen Säfte nach dem Maumené'schen Verfahren beweisen.

Einige Versuche ergaben bei denselben Rübensäften bei Anwendung von 20 Proc. Knochenkohle, 82,5 Proc. Zucker in 100 Thln. fester Stoffe des Saftes, und bei Anwendung von 30 Proc. Knochenkohle, 84,5 Proc. Zucker in 100 Thln. fester Stoffe des Saftes, was im ersten Falle 65 Proc. und im zweiten Falle 69 Proc. Zuckerausbeute in der Praxis ergeben könnte. Die Differenz von 4 Proc. Zucker aus 100 Thln. Füllmasse trockner Substanz dürfte mehr als genügen, um die Kosten von 10 Proc. mehr angewendeter Kohle nicht nur zu decken, sondern auch einen hübschen Nettoertrag zu geben. Der Grund, weshalb man gewöhnlich 20 anstatt z. B. 30 Proc. Knochenkohle anwendet, ist demnach ziemlich schwer einzusehen, und ein einfaches Calcül für die localen Verhältnisse genügt, darüber in jedem separaten Falle zu entscheiden, was pecuniär vortheilhafter ist.

Einen Verlust an Zucker hat man dabei nicht zu befürchten; denn die Kohle absorbirt keinen Zucker, sondern sie hält nur einige Antheile Saft zurück; dieser Saftverlust scheint aber nicht im Verhältniss zu der Menge der angewendeten Knochenkohle zu stehen, sondern einzig und allein durch die Art und Weise des Absüssens bedingt zu sein. Bei einigen Versuchen ergab sich die Menge des erzielten Saftes folgendermaassen:

Bei Anwendung von Kohle in Procenten des Saftes.	Direct abgelaufene Saftmenge vom Filter ohne Süsswasser in Procenten.	Süsswasser reducirt auf die Normaldichte des Saftes in Procenten.	Summa des erhaltenen Saftes (wenn 100 Thle. aufgegeben) in Procenten.	Zahl der Versuche.
10	89,9	5,5	95,4	2
20	86,7	9,3	96	6
30	84	12,1	96,1	15
40	79,1	15,4	94,5	5
50	75,6	21	96,6	3

Demnach steht nur die Menge des freiwillig ohne Anwendung von Süsswasser ablaufenden Saftes im Verhältniss zur Menge der angewendeten Knochenkohle, ebenso wie die Menge des Süsswassers; aber die Menge des ganzen erhaltenen Saftes steht in gar keinem Zusammenhange damit. Der durch die Filtration bedingte Zuckerverlust scheint im Gegentheile einzig und allein durch die Art und Weise des Absüssens mehr oder weniger verringert zu werden.

Im Artikel der Filtration jenes so unendlich wichtigen Themas für die Rübensäfte werde ich ausführlicher die Wirkung der Filtration in den verschiedenen Zeitperioden besprechen, sowie darthun, welchen unendlichen Einfluss die Form der Filtration auf die Reinigung der Säfte ausübt.

Wohl könnte man geneigt sein zu glauben, dass nur die Menge der Kohle, ihre Qualität und die Zeitdauer der Berührung mit dem Safte bestimmter Concentration von Belang wäre, und dies einzig und allein als das Wesentlichste betrachten; aber die Erfahrung lehrt, dass das Wesen nicht ohne Form existiren kann, die mehr oder minder glücklich dem Zwecke angepasst werden kann. — Wir werden daraus ersehen, wie richtig die praktische Filtration einiger ausgezeichneter Fabriken (wie z. B. die des Herrn Anton Richter in Königsaal bei Prag) geleitet wird, und dass die dadurch erzielten Erfolge zu dem Höchsten und Besten gehören, was in der Filtration bis jetzt überhaupt geleistet werden kann.

Es bleibt mir nur noch übrig darauf hinzudeuten, dass die Süsswasser eine so unreine Lösung bilden, dass sie selten über 75 bis 76 Proc. Zucker in 100 festen Theilen enthalten, während der Dicksaft

86 bis 88 Proc. Bé. nach Ventzke enthält. Man sollte daher darauf bedacht sein, die Säfte nicht mit den Süsswassern vermischt zu verarbeiten, da die ersteren dadurch nur verschlechtert werden. Der Dicksaft, der 86 Proc. Zucker in 100 Thln. Trockensubstanz hat, giebt 72 Proc. Rohzuckerausbeute, während das Süsswasser à 75 Proc. nach Ventzke nur 50 Proc. Zucker erwarten lässt.

Bei 20 Proc. Knochenkohle erhält man nun in runden Zahlen:

86 Thle. Saft à 72 Proc. Ausbeute an Zucker
und 10 „ Süsswasser à 50 Proc. Zuckerertrag.

In Summa 96 Thle. Saft à 70 Proc. Zucker aus 100 Thln. trockner Füllmasse, und das Süsswasser erschwert nur noch die Gewinnung oder Abscheidung dieser geringeren Menge Zucker. Da die 86 Thle. Saft à 72 Proc. Zuckerausbeute allein verkocht, einen schönern, leichter und billiger zu gewinnenden Zucker geben würden, ohne in Betracht zu ziehen, was die Beimischung des Süsswassers während des Stehens und Kochens verdarb.

Es ist daher schon vorgeschlagen worden, das Süsswasser zurückzuschicken auf die frühere Saftstation von nahezu gleicher Reinheit. Dagegen lässt sich einwenden, dass keine scharfe Trennung der Säfte möglich. Man kann aber das Süsswasser allein verarbeiten, selbst eine Mischung mit Grünsyrup, der dieselbe Krystallisationsfähigkeit hat, wäre bei guten Rüben vielleicht bequem und wohl nutzbringender, als es in der Knochenkohle zur Beförderung einer guten Gährung zu lassen, wie von anderen Seiten vorgeschlagen wurde. Denn man darf nicht vergessen, dass auch das Süsswasser einen sehr geringen Reinheitscoëfficienten hat, mithin viele fremde Substanzen enthält, die eben aus der Kohle herausgewaschen sind. Brächte man nun dieses verunreinigte Süsswasser wieder auf die Kohle, so würde sich der Zucker freilich nach und nach in Säure verwandeln und den Kalk der Kohle entfernen; aber diese Unreinigkeiten, die im Süsswasser sind, würden der Kohle dabei eben auch wieder zugeführt, wodurch sie jedenfalls nicht besser wird. Es ist damit ebenso wie mit der Melasse.

Behandlung des Saftes mit Kohlensäure.

Der geschiedene oder vielmehr geklärte Saft der Zuckerrüben ist in diesem Stadium noch keine reine Zuckerlösung, sondern enthält verschiedene Substanzen, welche die Krystallisation des Zuckers physisch oder chemisch beeinträchtigen. Es sind, wie wir oben gesehen haben, verhältnissmässig nur wenig fremde Stoffe (organischen und unorganischen Ursprungs) abgeschieden, und ausserdem fügte man noch eine Menge Kalk hinzu, welche keineswegs geeignet ist, den Krystallisationsprocess zu befördern, ganz abgesehen davon, dass der Theil Zucker, der sich mit dem Kalke zu Zuckerkalk verbunden hat, sich nicht in Krystallen ausscheidet, wenn er in dieser Verbindung eingedickt wird.

Es liegt also im Interesse des Fabrikanten, diesen Zuckerkalk zu zersetzen, indem man ihn in kohlensauren Kalk verwandelt, wodurch der Zucker wieder frei und krystallisationsfähig wird, und dabei den Ueberschuss von Kalk im Safte auf eine möglichst billige Art zu entfernen.

Den billigsten Factor liefert dazu die Kohlensäure, die sich auch deshalb den Weg in fast alle Fabriken gebahnt hat. Ihre Wirkung als eine entkalkende ist ebenso gross als 50 Proc. Knochenkohle (auf 100 Thle. Saft). Würde die Entkalkung der Säfte durch die Knochenkohle allein bewirkt werden, so würden die Kosten der Wiederbelebung durch Anwendung grösserer Mengen an Salzsäure sich entschieden vergrössern. Da die Wirkung der Knochenkohle ausser der Entkalkung zugleich in der Entfernung von organischen Substanzen besteht, so wird dieselbe von letzteren um so mehr zu absorbiren im Stande sein, je mehr die Säfte vorher von einem grossen Theile ihres Kalkgehaltes durch die Kohlensäure befreit zur Filtration gelangen. Es erscheint daher sehr rationell, sich zur Beihülfe noch der Kohlensäure zu bedienen, die bequem im Gebrauche, rasch und vollständig in der Wirkung, billig und nicht schädlich für den Zucker ist.

Die Mittel, sich die Kohlensäure zu verschaffen, sind sehr verschiedener Art. Michaëlis bereitet dieselbe in Holzbottichen aus kohlensaurem Kalk (Kreide, Marmor u. dergl.) und Salzsäure, wodurch er allerdings eine reine Kohlensäure auf eine etwas kostspielige Art und Weise gewinnt, aber dabei Chlorcalcium (ein Mittel zu dem ihm patentirten Scheidungsverfahren siehe weiter hinten) als Nebenproduct erhält.

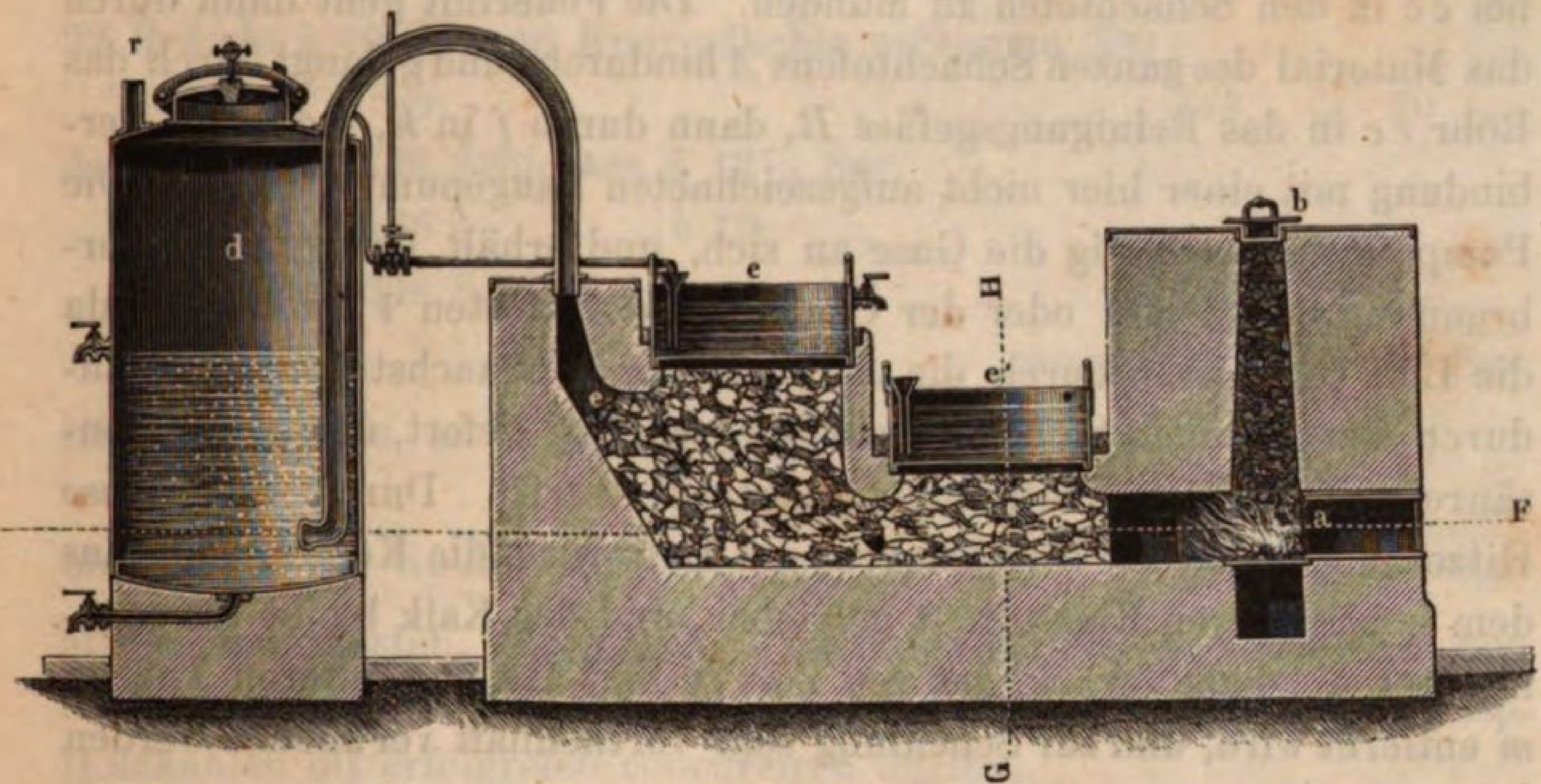
Rousseau, Kleeberger, Kindler und Andere haben die Gewinnung der Kohlensäure aus dem Verbrennungsprocesse der Kohle (Holzkohlen, Coaks etc.) vorgeschlagen, und der grossen Einfachheit und Billigkeit wegen hat dieses Verfahren in vielen Fabriken Eingang gefunden. Rousseau (und Kleeberger in Deutschland, Lehachère in Russland nach ihm) bediente sich einer Pumpe, welche die kalte Luft der Atmosphäre durch die brennende Kohlenschicht in ein eisernes geschlossenes Gefäss drückt. Dadurch entstehen viele Uebelstände, indem die eisernen Gefässe, in denen die Kohlen verbrannt werden, am Deckel, woselbst sie nicht mit feuerfesten Steinen bedeckt sein können, leicht durchbrennen, und daher der Verschluss des Gefässes selten lange dicht hält. Hauptsächlich ist jedoch die Schicht der brennenden Kohlen bei einem portionenweisen Zugeben weder gleichmässig hoch noch gleichförmig im Verbrennungsstadium begriffen, je nachdem eine frische Schicht eben erst eingeworfen wurde, oder sie schon nahezu verbrannt ist. — Dadurch ist bei gleichen Mengen Luft (die die Maschine liefert) mehr oder weniger Kohlenstoff vorhanden, oder es ist das Verhältniss zwischen Luft und Kohle nicht so constant, dass die grösste Menge Kohlensäure resultirte. — Neben der grösseren Kostspieligkeit der Anlage, neben der kostspieligeren Reparatur und der beschwerlicheren Bedienung ist also das Product nicht einmal gut, und ich fand aus solchen Oefen oft Kohlensäure, die nur 10 bis 12 Volumprocente Säure in 100 Thln. Luft enthielt. Ferner ist dabei zu berücksichtigen, dass der obere Schieber an den Gasöfen in der Hitze nie dicht hält, und dass daher dort ein Theil Gas fortgeht.

Weit rationeller ist der sogenannte Kindler'sche Ofen, in welchem die Schicht der brennenden Kohle stets constant bleibt, und daher mit dem bestimmten Volumen Luft der Pumpe stets in dem berechneten Verhältnisse bleibt. Der Ofen ist ferner ebenso vortheilhaft als billig durch einen einfach gemauerten Schacht von soliden Steinen ersetzt, da eine Saugpumpe kein hermetisch geschlossenes Gefäss beansprucht. Uebrigens stellt die neuere Zeit ganz andere Forderungen an die Gewinnung der Kohlensäure, die bei allen diesen Verfahren mit wenigstens 80 Volumtheilen Luft verdünnt gewonnen wird.

Fig. 109 zeigt den Durchschnitt eines solchen Ofens. — Der Deckel *b* dient zum Eingeben von Holzkohlen, die in dem gemauerten Schachte bis auf den Rost fallen, der sowohl von unten als zu beiden Seiten (bei *a*) liegt. Die Luft strömt bei *a* ein, ermöglicht die Verbrennung, deren Gase (Kohlensäure etc.) durch den mit Kalksteinen gefüll-

ten Raum *cc* streichen, um gereinigt und abgekühlt zu werden durch die darauf stehenden eisernen Wasserbehälter *e e*, die mit kaltem Was-

Fig. 109.



ser gespeist werden. Dann treten die Gase in das Waschgefäss *d*, worin sich Wasser oder eine verdünnte Sodalösung befindet. Aus dem Rohre *r* saugt dann eine Luftpumpe die Gase an, und drückt sie zugleich in die mit Saft gefüllten Gefässe. Dadurch dass die Pumpe aus *d* beständig die Gase fortnimmt, wird der Zug der Luft dahin durch *cc* und *a* bewerkstelligt, die Verbrennung also unterhalten und beständig neue Kohlensäure gebildet. Bei der Verbrennung von Kohle verbinden sich 6 Pfd. chemisch reiner Kohlenstoff mit 16 Pfd. Sauerstoff, und liefern in Summa 22 Pfd. Kohlensäure, mit der 28 Pfd. Kalk aus den Säften zu fällen ist. Holzkohlen und Coaks enthalten ungefähr 80 Proc. unter günstigen Bedingungen zu Kohlensäure zu verbrennenden Kohlenstoff.

Eine andere Kohlensäurequelle ist im Brennen des Kalksteines für die Praxis gewonnen worden. Der kohlensaure Kalk verliert beim Brennen circa 44 Proc. Kohlensäure, welche in den Fabriken leicht aufgefangen und benutzt werden können.

Die Art und Weise des Brennens geschieht vortheilhaft in sogenannten continuirlichen Oefen, wovon hierbei ein Durchschnitt geliefert wird. *A*, Fig. 110, ist der Schachtofen, der oben bei *a* gefüllt wird (nachdem der gusseiserne Deckel *a'* abgenommen), so dass das Innere ganz voll ist. In *b b* wird mit Holz (oder einem anderen, keinen Schwefel enthaltenden Brennstoff) geheizt, die Flamme theilt sich an beiden

Seiten des oberen Theiles der Feuerung, und tritt durch 4 Kanäle in den Ofen zum kohlensauren Kalke. In der Zeichnung sind natürlich nur zwei dieser Kanäle *dd* sichtbar, in welche die Flamme tritt, um bei *cc* in den Schachtofen zu münden. Die Feuerluft geht dann durch das Material des ganzen Schachtofens *A* hindurch, und gelangt durch das Rohr *ee* in das Reinigungsgefäss *B*, dann durch *f* in *h*, wo *g* die Verbindung mit einer hier nicht aufgezeichneten Saugepumpe bildet. Die Pumpe zieht beständig die Gase an sich, und erhält dadurch die Verbrennung des Holzes oder der Coaks auf den Rosten *i* im Gange, da die Luft von aussen durch die Aschenlöcher *kk* nachströmt und dadurch den nöthigen Sauerstoff zur Verbrennung liefert, der als Kohlensäure mit in den Verbrennungsschacht *A* tritt. Durch die grosse Hitze und durch das Durchziehen von Luft wird die Kohlensäure aus dem kohlensauren Kalke in *A* getrieben, und der Kalk bleibt als sogenannter Aetzkalk zurück, der von Zeit zu Zeit aus den unteren Thüren *m* entfernt wird, und zur Scheidung sehr vortheilhaft verwendet werden kann.

Die in verschiedenen Höhen des Schachtes angebrachten Oeffnungen dienen zum Nachstören beim Abziehen des Kalkes; sie sind während des Brennens geschlossen.

Die aus dem kohlensauren Kalke im Schachtofen *A* ausgetriebene Kohlensäure (sowie die aus den Verbrennungsproducten erhaltene) wird von der Pumpe durch *ee* in das Gefäss *B* gesaugt, wo sie aus *n* in vielen Bläschen durch Wasser geht, und durch die Röhrchen *o* in drei Etagen dünne Schichten Wasser passirt, welches bei *p* einmündet und bei *q* austritt, wobei es stets auf dem gleichen Stande erhalten bleibt. Dadurch wird die Kohlensäure gereinigt und zugleich abgekühlt. Das abgekühlte kohlensaure Gas tritt in den Cylinder *h*, wo etwa mitgerissenes Wasser aus *B* sich niederschlägt, und durch *r* beständig abgeführt wird, während das von Wassertheilen befreite Gas durch *g* nach der Pumpe und in den Rübensaft geführt wird. Durch diese sinnreiche Vorrichtung bereicherten die Herren Cail, Hallot u. Comp. zuerst unsere Industrie.

In kleineren Fabriken bedient man sich dazu ganz einfacher periodischer Oefen, wie in Zeitz, Stössen etc. in Preussen, deren Einrichtung aus Beifolgendem zu ersehen.

Die Kosten dieser höchst einfachen Kohlensäuregewinnung für eine Campagne wurden mir von Herrn Gräfenhein folgendermaassen angegeben:

$4^1/_2$ Ruthen Kalkstein (à 8 sächsische Ellen in □ und 2 Ellen hoch) im Bruch à 10 Thlr.	45 Thlr. — Sgr.
Fuhrlohn von dort nach der Fabrik	72 „ — „
22 Brände à 40 Tonnen Knorpelkohle in Summa 880 Tonnen à 5 Sgr.	146 „ 20 „
Arbeitslöhne: 168 Schichten à $12^1/_2$ Sgr.	
138 „ à 10 „	
Summa: 306 Schichten	116 „ — „
	Summa 379 Thlr. 20 Sgr.
Hierbei wurden an Aetzkalk gewonnen 40 Wispel à 6 Thlr.	240 „ — „
bleiben für die Kohlensäurebereitung	139 Thlr. 20 Sgr.

als Gesammtkosten, die jedoch je nach den localen Verhältnissen sich modificiren, und mit der Bereitung der Kohlensäure aus Coaks resp. Holzkohlen oft erfolgreich concurriren dürften.

Wenn zu dem Brennen des Kalkes schwefelhaltiges Brennmaterial benutzt wird, so kann die Kohlensäure durch schweflichte Säure verunreinigt sein, zu deren Entfernung man sich in vielen Fällen des Braunsteins bedient.

Eine reinere Kohlensäure erhält man aus der Kreide (Marmor, Kalkstein etc.) unstreitig, wenn man dieselbe in Retorten erhitzt, so dass sich die Verbrennungsproducte des Brennmaterials damit nicht mischen. — Durch Einströmen überhitzten Wasserdampfes wird die Entwickelung resp. Fortführung des kohlensauren Gases wesentlich befördert. Man lässt den überhitzten Wasserdampf daher in dem einen Ende der Retorte eintreten, und auf der anderen Seite strömt er mit der Kohlensäure wieder ab.

Die Erhitzung des Ofens darf die Rothglühhitze nicht erreichen oder übersteigen, weil sonst Wasserstoffgas sich bilden und Nachtheile veranlassen würde. Der Fabrikant kann einfach einen metallenen Pyrometer, wie sie Gauntlett z. B. anfertigt, in die Retorte stecken, um die geeignetste Temperatur beobachten zu können, die der Arbeiter dann einzuhalten verpflichtet ist, was gar keine Schwierigkeiten verursacht.

Fig. 111 zeigt den Durchschnitt einer solchen Vorrichtung. *A* ist die Vorrichtung zum Ueberhitzen des Dampfes, der bei *b* in die Retorte *c* durch ein Rohr strömt. Die Retorte *c* ist aus feuerfestem Thon oder Gusseisen (gewöhnlich 7′ lang und 15″ Diameter) ange-

fertigt, an beiden Seiten mit Mundstücken versehen, welche nach Art der Gasretorten mit Deckel *d* und Schraube dicht verschlossen werden können. Die Röhre *e* führt das kohlensaure Gas sammt dem überhitzten Dampfe fort, welcher letzterer durch Condensatoren wie bei der Gasfabrikation verdichtet wird.

Das kohlensaure Gas wird in einer Waschvorrichtung *C* gereinigt, und unter einem Gasometer *D* gesammelt, von wo es zum Gebrauche beliebig verwendet werden kann.

Der Kalkstein wird in kleine Stücke (à 10 Cub. Zoll höchstens) geschlagen, und in Portionen von 1½ bis 2 Ctr. auf einmal in eine Retorte gefüllt, deren Deckel dann mit Kalkbrei verschmiert und zugeschraubt wird. In der Rothglühhitze kann man einen schwachen Dampfstrahl einlassen, welcher das Entweichen des grössten Theiles der Kohlensäure in einem Zeitraume von 4 Stunden bewirkt; dann schiebt man die erste Portion nach dem hinteren Ende der Retorte, und führt vorn eine neue ein, die nach 4 Stunden ebenfalls zurückgeschoben wird, nachdem die erste Portion nach 8 Stunden entfernt war. Es sind also immer zwei Portionen oder circa 3 Ctr. Kalksteine in den Retorten vorhanden. Man kann auch praktisch leichter die ganze Retorte auf einmal füllen, erhitzen, bis alle Kohlensäure entbunden ist und dann leeren u. s. w. Da eine Fabrik von 1000 Ctr. täglicher Rübenverarbeitung circa 300 Pfd. Kalk niederzuschlagen hat, wozu 238 Pfd. Kohlensäure oder das Product von 595 Pfd. Kreide genügen würden, so ist daraus zu ersehen, dass die Anlage keineswegs so bedeutend ist. Dabei ist ferner wohl zu berücksichtigen, dass stets vollkommen reiner und frischer Aetzkalk für die Zwecke der Scheidung mit wenigen Kosten gewonnen wird, was wesentlich dazu beiträgt, die Fabrikation zu verbessern.

Eine noch billigere und eben so reine Quelle der Kohlensäure bietet die geistige Gährung dar. Wenn daher eine Branntweinbrennerei in der Nähe einer Zuckerfabrik betrieben wird, so kann die Kohlensäure leicht aufgefangen und zur Neutralisirung des Kalkes in den geschiedenen Säften verwendet werden, wie es in Selowitz und an anderen Orten bereits geschieht. Die Menge der dabei erhaltenen Kohlensäure ist dem Gewichte nach fast gleich der Menge des producirten Alkohols, da beide Producte der Zersetzung des Zuckers während der geistigen Gährung nahezu in gleichen Theilen auftreten.

Auch aus dem Schornsteine kann man bei vollständiger Verbrennung (und besonders bei Holz, Coaks etc.) die Kohlensäure verwenden,

die allerdings nicht rein ist, indem sie ein Gemisch von unzersetzter Luft, Kohlenpartikelchen, empyreumatischen Oelen etc. ist, aber es lassen sich durch Waschungen in alkalischen Lösungen wenigstens die schädlicheren Beimengungen entfernen, und dann ist jedenfalls diese Kohlensäure die billigste von allen, obschon die mit solch unreinem Kohlensäuregase saturirten Säfte nie sehr schöne weisse Füllmassen geben.

Die Kohlensäure ist zur Zuckerfabrikation um so tauglicher, je reiner sie ist. Folgende Methode bietet dem Fabrikanten ein sehr einfaches Mittel, sich von dem Gehalte der Kohlensäure zu überzeugen.

An irgend einer passenden Stelle des kupfernen Leitungsrohres für die Kohlensäure lässt man einen kleinen messingenen Probehahn anlöthen, welcher mit einer etwa $^3/_4$ Zoll langen messingenen oder kupfernen Röhre versehen ist, um das Röhrenende eines Kautschukbeutels bequem hinaufschieben zu können. Der Hahn wird vorsichtig geöffnet, der Kautschukbeutel mit der zu untersuchenden Kohlensäure gefüllt, mit einem Quetschhahn verschlossen. Eine an dem einen Ende zugeschmolzene Glasröhre von 50 C.C. (in $^1/_5$ C.C. getheilt) wird mit einer gesättigten Kochsalzlösung gefüllt und mit dem Finger verschlossen (das zugeschmolzene Ende nach oben) in einen gläsernen Napf, worin gleichfalls Kochsalzlösung befindlich, gestellt. Durch vorsichtiges Oeffnen des Quetschhahns lässt man nun so lange Kohlensäure aus dem Kautschukbeutel in einzelnen Blasen in die mit Kochsalzlösung gefüllte Röhre treten, bis die Flüssigkeit aus letzterer vollständig verdrängt ist. Die Röhre wird mit dem Zeigefinger unter der Flüssigkeit verschlossen, und sogleich unter das Niveau einer daneben stehenden Schale mit Aetzkalilösung gebracht. Nachdem man durch Lüften des Fingers ein wenig dieser Flüssigkeit in die Röhre hat hineinsteigen lassen, verschliesst man wiederum mit dem Finger, neigt die Röhre ein wenig und lässt die absorbirte Flüssigkeit bis an das zugeschmolzene Ende derselben fliessen, worauf man nochmals in die Aetzkaliflüssigkeit eintaucht, ein wenig schüttelt, und diese Operation zwei- bis dreimal wiederholt. Wird kein weiteres Steigen der Aetzkalilösung in der Röhre mehr wahrgenommen, so hebt man dieselbe mit dem Finger verschlossen heraus, und stellt sie senkrecht in ein hohes, cylinderförmiges Gefäss mit Kochsalzlösung; durch Heben oder Senken der Röhre bringt man die Flüssigkeit im Innern derselben in gleiches Niveau mit der äusseren Sperrflüssigkeit, und liest jetzt das Volumen in der Röhre genau ab. Die Aetzkalilösung, welche die Kohlensäure vollständig absorbirt hat, nimmt einen deren Gehalt an reinem koh-

lensauren Gase entsprechenden Raum ein, so dass sich aus dem Volumen des nicht absorbirten Gases der Gehalt an fremden Gasen ergiebt.

Gesetzt, die Kalilösung sei in der 50 C.C. fassenden Röhre bis zum Theilstriche 38 gestiegen, so enthält die untersuchte Kohlensäure in 50 Raumtheilen (50 — 38) = 12 Theile an reinem kohlensauren Gase oder in 100 Theilen: 24 Proc.

Aus dem Rousseau'schen Ofen erhielt ich so 10 bis 12 Proc. Kohlensäure, oder so viel als die Luft in den Schornsteinen anzeigt; während der Kohlensäuregehalt aus dem Kindler'schen oft bis 16 Proc. (auch 18 Proc.) stieg. Nun besteht die Luft bekanntlich aus 21 Volumen Sauerstoff und 79 Volumen Stickstoff. Der Stickstoff ist hierbei indifferent, und wir haben daher nur 21 Volumina Sauerstoff, die sich mit dem Kohlenstoff zu kohlensaurem Gase verbinden können.

Der Versuch, das kohlensaure Gas mittelst eines brennenden Spahnes anzünden zu wollen, kann nur dann über die Qualität desselben einigen Aufschluss geben, wenn Kohlenoxydgas vorhanden ist, welches mit blauer Flamme brennt.

Die Anwendung der Kohlensäure in der Fabrik ist höchst einfach, indem dieselbe durch das Rohr *a b*, Fig. 112 und 113, in den geschiedenen Saft gepumpt wird, der nach dem Kasten *A* durch das Rohr *f* und die Rinne *g* aus der Scheidepfanne läuft. Sobald der Kasten bis über *m* gefüllt ist, lässt man die Kohlensäure durch das nach unten verengte und getheilte Rohr *b* einströmen. Das Gas wirft den Saft durcheinander und verdrängt einen Theil des Saftes durch die Löcher *m* nach dem vorderen Kasten *B*, durch welche Löcher (*m*) das Gas ebenfalls strömt und nochmals vertheilt mit dem Safte in *B* abermals in Berührung gebracht wird. Die Thür *i* dient zum Beobachten des Saftes, der anfangs in heftigen Schaumblasen steigt, die durch etwas Fett, Butter, Oel etc., oder durch starkes Rühren zersprengt werden.

Das Schäumen findet nur anfangs statt, mit der Zersetzung der letzten Antheile von Zuckerkalk verschwindet das Klebrige der Flüssigkeit, und es entsteht daher kein Schaum mehr. — Das Aufhören der Schaumbildung wird daher als ein praktisches Kennzeichen der Beendigung der Operation angesehen, welche übrigens durch das rasche Niederfallen grosser, sich schnell abscheidender Flocken in einer herausgenommenen Probe deutlicher wahrnehmen lässt; das Mannloch *e* dient zum Reinigen des Kastens.

Der Saft wird dann sogleich in grosse Behälter (Absatzkästen)

abgelassen, in denen sich der kohlensaure Kalk in kurzer Zeit am Bo-

Fig. 112.

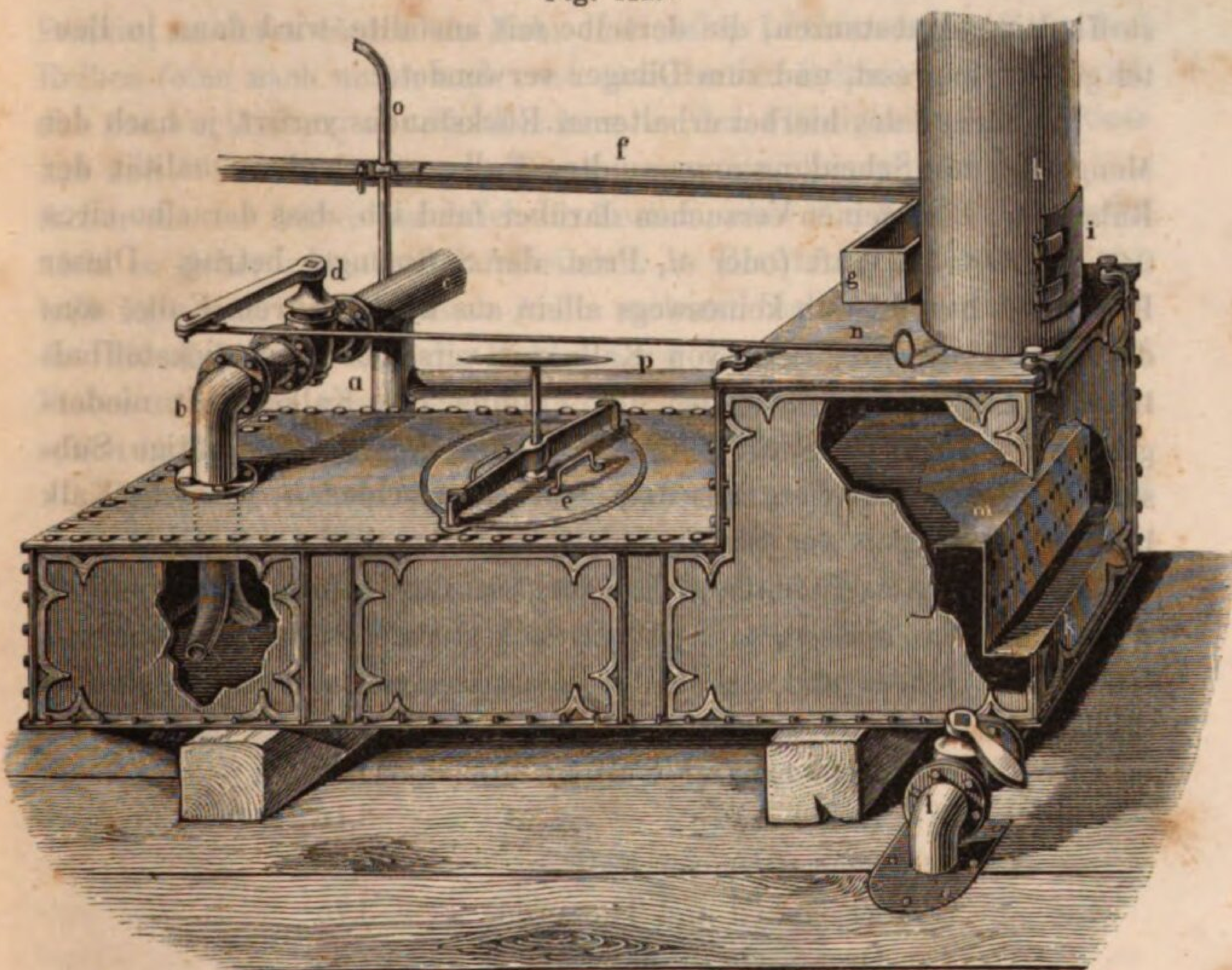
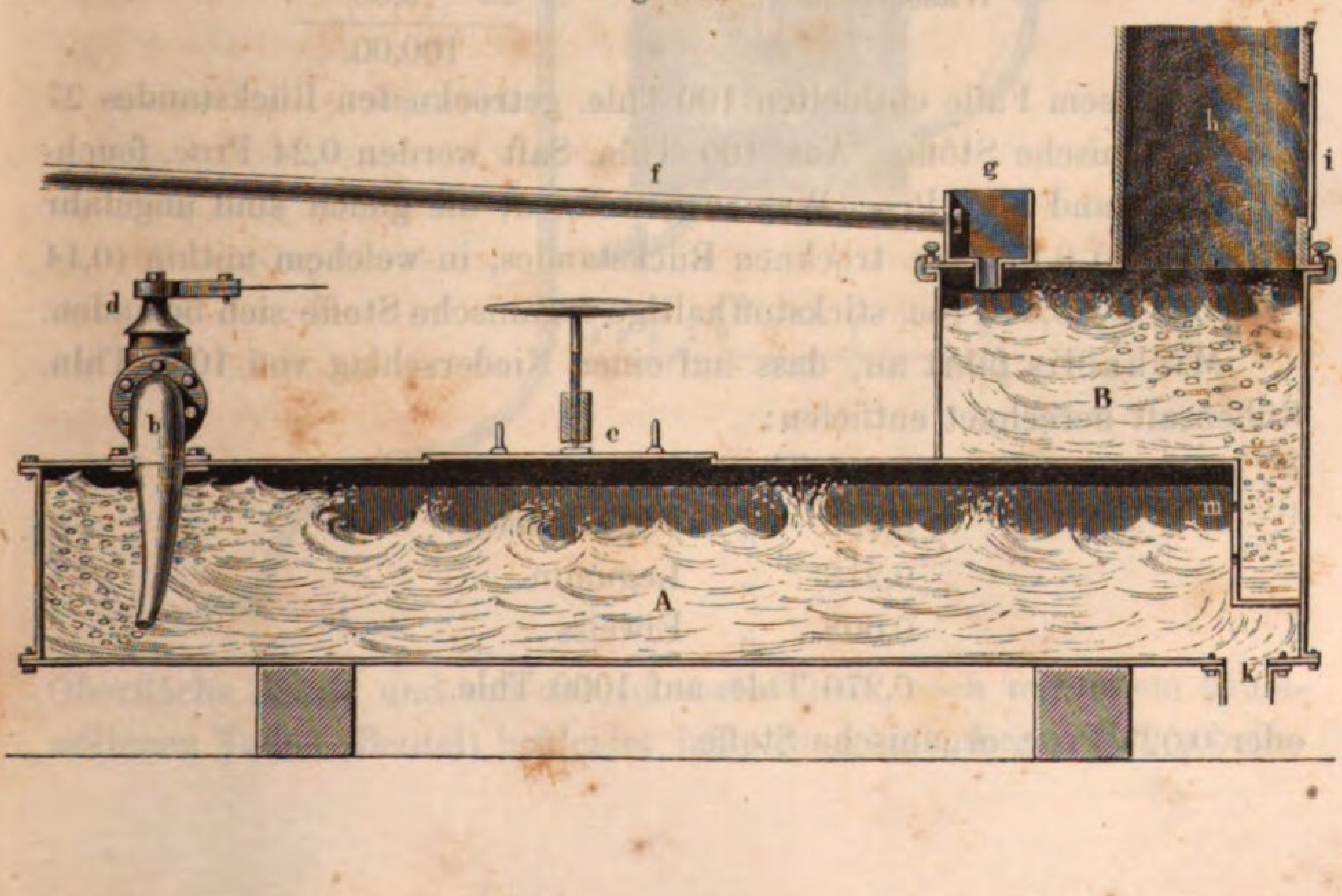


Fig. 113.



den absetzt. Der klare Saft wird abgezogen und zur Filtration befördert. Der Rückstand, bestehend aus kohlensaurem Kalk nebst stickstoffhaltigen Substanzen, die derselbe mit ausfällte, wird dann in Beutel gefüllt, gepresst, und zum Dünger verwendet.

Die Menge des hierbei erhaltenen Rückstandes variirt, je nach der Menge des zur Scheidung angewandten Kalkes, nach der Qualität der Rübe etc. Bei meinen Versuchen darüber fand ich, dass derselbe circa 0,24 per 100 Pfd. Saft (oder $^1/_4$ Proc. der Saftmenge) betrug. Dieser Rückstand besteht nun keineswegs allein aus kohlensaurem Kalk, sondern aus einem Gemische von Kalk mit verschiedenen stickstoffhaltigen Substanzen, welche bei der Fällung des Kalkes mit niedergerissen werden. Es werden also um so mehr stickstoffhaltige Substanzen, Proteïnstoffe etc. aus dem Safte ausgeschieden, je mehr Kalk bei der Saturation der Säfte niedergeschlagen wird. Obschon nach Obigem diese Ausscheidungen bei der Saturation in vielen Fabriken verschieden sein müssen, so lässt sich doch aus einer Analyse annähernd ein Schluss ziehen, und ich theile daher eine solche nach Dr. Hoffmann mit:

Kohlensaurer Kalk . .	=	59,09
Kalk	=	3,16
Schwefelsaurer Kalk . .	=	0,68
Eisenoxyd und Thonerde	=	3,75
Organische Stoffe . . .	=	27,32
Unlöslicher Rückstand .	=	1,00
Wasser	=	5,00
		100,00.

In diesem Falle enthielten 100 Thle. getrockneten Rückstandes 27 Proc. organische Stoffe. Aus 100 Thln. Saft werden 0,24 Proc. feuchter Rückstand à 40 Proc. Wasser gewonnen, die gleich sind ungefähr (60.0,24 =) 0,14 Proc. trocknen Rückstandes, in welchem mithin (0,14 . 27 Proc. =) 0,04 Proc. stickstoffhaltige organische Stoffe sich befanden.

Michaëlis führt an, dass auf einen Niederschlag von 1000 Thln. Rübensaft berechnet entfielen:

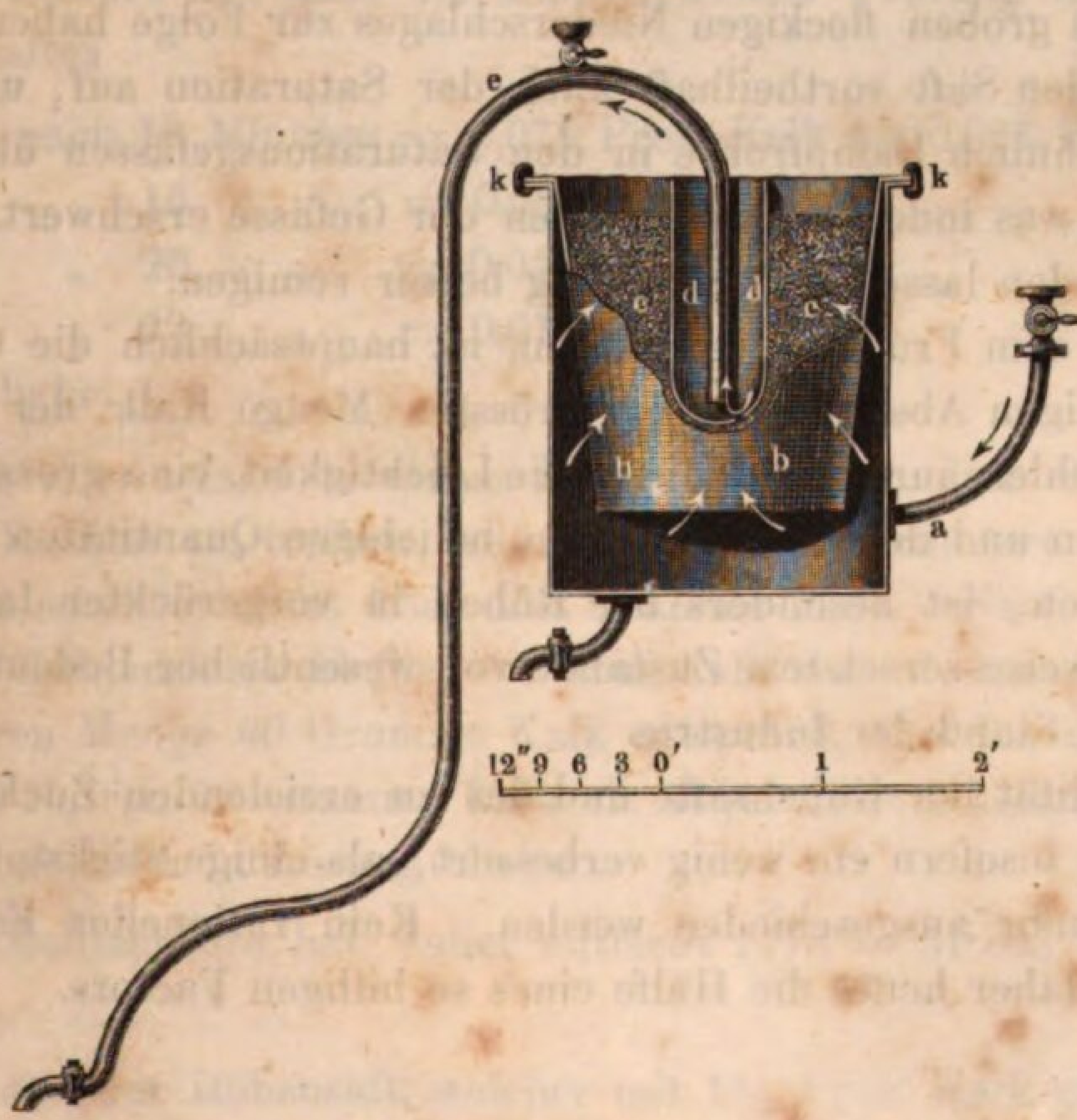
0,011	Theile	Fett
0,038	„	Pflanzenleim
0,218	„	Legumin
0,003	„	Eiweiss
0,270	Thle.	auf 1000 Thle.,

oder 0,027 Proc. organische Stoffe.

Anstatt des oben beschriebenen Kastens zum Einströmen der Kohlensäure bedient man sich jetzt gewöhnlich einer nur etwas hohen Pfanne, an deren Boden ein Rohr mit vielen Löchern von $^1/_8''$ zu drei Reihen (eine nach unten und zwei nach beiden Seiten) angebracht ist, das zur Vertheilung der Kohlensäure in der Flüssigkeit dient. Diese Art und Weise ist schon von Rousseau angegeben worden, und einfacher als der früher beschriebene Kasten, aber die Kohlensäure wird nicht so sicher mit allen Safttheilchen in Berührung gebracht. Deshalb legt man jetzt ein Sieb (oder mehrere Siebe) über das Rohr in der Flüssigkeit, so dass die Kohlensäure durch alle kleine Löcher des Siebes zu steigen gezwungen ist, und dadurch gut vertheilt wird (siehe, schon in Böhmens Rübenzuckerfabrikation $18^{58}/_{59}$).

Die Saturationsgefässe können, wenn genug davon vorhanden sind zugleich als Absatzkästen dienen, von wo der Saft, nachdem er sich durch Stehen geklärt hat, direct auf Vorfilter läuft. Diese kleinen Vorfilter haben zweckmässig beistehende Form. Der Saft tritt bei *a*, Fig. 114, ein, etwa mitgerissene grobe Flocken setzen sich am Boden *a* ab, während der klare Saft durch das Sieb *b* dringt, das eine grosse

Fig. 114.



Oberfläche bietet, und von aussen vortheilhaft noch mit einem baumwollenen Tuche (Beutel) bekleidet ist. Innerhalb dieses Siebes befin-

det sich eine Knochenkohlenschicht *c*, die der Saft von unten nach oben und von allen Seiten nach dem inneren Sammler *d* (von Siebdraht) passirt, um bei *d* klar und gereinigt abzufliessen. Die Reinigung dieses Vorfilters ist sehr leicht. Das Sieb *b* mit der Kohlenschicht *c* wird herausgenommen, indem man die Klammern *kk* löst, die Kohle abgesüsst und wieder frisch gefüllt, während das Gefäss *a* leicht gereinigt wird. Diese Art Vorfilter sind sehr zu empfehlen, da sie, praktisch leicht zu handhaben, eine sehr grosse Oberfläche bieten, die sich nicht verstopfen kann, daher immer gute Resultate veranlassen, und das Durchstechen unmöglich machen, das bei den Vorfiltern, wo der Saft, indem derselbe von oben nach unten geht, oben leicht eine feste Kruste, Schlammabsatz etc., absetzt, die das Durchdringen verhindert, oft so unangenehm ist. Das Rohr *e* ist ein einfaches Heberrohr, welches wahrscheinlich auch aus Kautschuk angefertigt werden könnte. Anstatt des Hebers kann man auch einen anderen einfachen Ablauf aus *d* anbringen.

Es bleibt mir nur noch zu erwähnen, dass der kohlensaure Kalk bei niedrigen Temperaturen sehr voluminös ist und sich schlecht absetzt, während höhere Temperaturen (über 60° R.) eine rasche Ausscheidung des groben flockigen Niederschlages zur Folge haben. Man kocht daher den Saft vortheilhaft nach der Saturation auf, und sind deshalb gewöhnlich Dampfrohre in den Saturationsgefässen über einander gelegt, was indessen das Reinigen der Gefässe erschwert. Kessel mit Doppelböden lassen sich unstreitig besser reinigen.

Wie aus dem Früheren zu ersehen, ist hauptsächlich die Oekonomie einer billigen Abscheidung der grössten Menge Kalk der Hauptgrund der Kohlensäureanwendung. Die Leichtigkeit, eine grosse Menge Kalk zu fällen und denselben daher in beliebigen Quantitäten anwenden zu können, ist besonders bei Rüben in vorgerückter Jahreszeit oder in theilweise zersetztem Zustande von wesentlicher Bedeutung für den heutigen Stand der Industrie.

Die Qualität der Rübensäfte und der zu erzielenden Zuckermasse wird dadurch insofern ein wenig verbessert, als einige stickstoffhaltige Substanzen mehr ausgeschieden werden. Kein rationeller Fabrikant versagt sich daher heute die Hülfe eines so billigen Factors.

Neben den Kosten der Kohlensäurebereitung, die im Obigen angegeben wurde zu	139	Thlr.	20 Sgr.
kommen nun noch die Arbeitslöhne bei der Saturation die per 24 Stunden = 2,5 Schichten betragen, in 100 Tagen daher 250 Schichten à 10 Sgr. . . .	83	„	10 „
und für die Schichten für das Montejus für 24 Stunden oder 1000 Ctr. 2 Mann in 100 Tagen daher = 200 Schichten à 10 Sgr.	66	„	20 „
In Summa:	289	Thlr.	20 Sgr.

Für 100,000 Ctr. Rüben, die à 90 Proc. Saft = 90,000 Ctr. Saft geben, 100 Pfd. Saft zu saturiren kostet daher 1,2 Pf.

Der Kalk wird aber durch die Saturation nicht gänzlich aus dem Safte entfernt, es bleibt bei der im praktischen Betriebe üblichen Probe (der Ausscheidung grosser Flocken) gewöhnlich noch so viel Alkalinität im Safte, dass dieselbe (aus Kali, Natron und Kalk bestehend) 0,5 oder $^1/_2$ soviel beträgt, als im Kalkwasser enthalten ist, und da im Kalkwasser = 0,136 Proc. Kalk circa enthalten ist, so betrüge die Alkalinitätsmenge des Saftes nach der Saturation (0,5 . 0,136 =) 0,071 Proc.

Otto führt an, dass die alkalimetrische Prüfung des saturirten Scheidesaftes

nach 10 Minuten	= 0,078 Proc. Kalk	bis 0,067 Proc.	
„ 15 „	= 0,060 „	„	
„ 20 „	= 0,048 „	„	
„ 22 „	= 0,016 „	„	

ergeben habe.

Kuhlmann fand in einem Rübensafte, der, ohne die Erhitzung bis zum Kochen zu treiben, mit 2 Proc. Kalk geläutert worden war, auf den Hectoliter nicht über 176 Gramme Kalk. Nach der Behandlung mit Kohlensäure bleiben in dem Saft verschiedene Alkalien zurück, deren Menge 60 Gramme Kalk entsprach, von denen jedoch das Kali und Natron 29 Gramme Kalk als Aequivalent bildeten und mithin 31 Gramme Kalk in Lösung blieben.

Die Kohlensäure hat daher entfernt (176 — 31 =) 145 Gramme Kalk.

Ein anderer Rübensaft, welcher mit $1^1/_2$ Proc. Kalk geläutert war (bei 81°), ergab bei der alkalimetrischen Prüfung 228 Gramme Kalk auf den Hectoliter (also mehr als der mit 2 Proc. geschieden Saft). Nach

wiederholter Behandlung mit Kohlensäure blieben nur 34 Gramme zurück.

Erst Possoz zeigte, dass man allen Kalk aus den Säften durch Kohlensäure fällen könne.

Es ist eine eigenthümliche Eigenschaft der Säfte, dass sie heller werden, wenn die Alkalinität bis 0,06 Proc. reducirt wird; wird sie aber weiter erniedrigt, so färben sich die Säfte dunkel. Die überschüssige Kohlensäure scheint entweder Farbstoffe zu lösen (und deshalb schlagen Possoz und Périer vor, die vollständige Saturation in anderen Gefässen vorzunehmen, nachdem die Farbstoffe grösstentheils entfernt); oder es liegt der Grund (wie wohl oft) darin, dass die durch den Saft getriebene Kohlensäure noch viel Sauerstoff der Luft enthielt, die, wie wir wissen (und wie die früheren Abdampfapparate mittelst warmer Luft bewiesen), keineswegs günstig auf den Saft einwirkt.

Man findet in technischen Schriften oft angegeben, dass der Saft „gerade richtig“ saturirt oder mit Kohlensäure „übersetzt“ wäre. Mir scheinen diese Bezeichnungen ziemlich elastischer Natur zu sein, und ich glaube daher stets den Alkalinitätsgehalt, der, wie wir später sehen werden, sehr leicht festzustellen ist, anführen zu sollen.

Fig. 115.

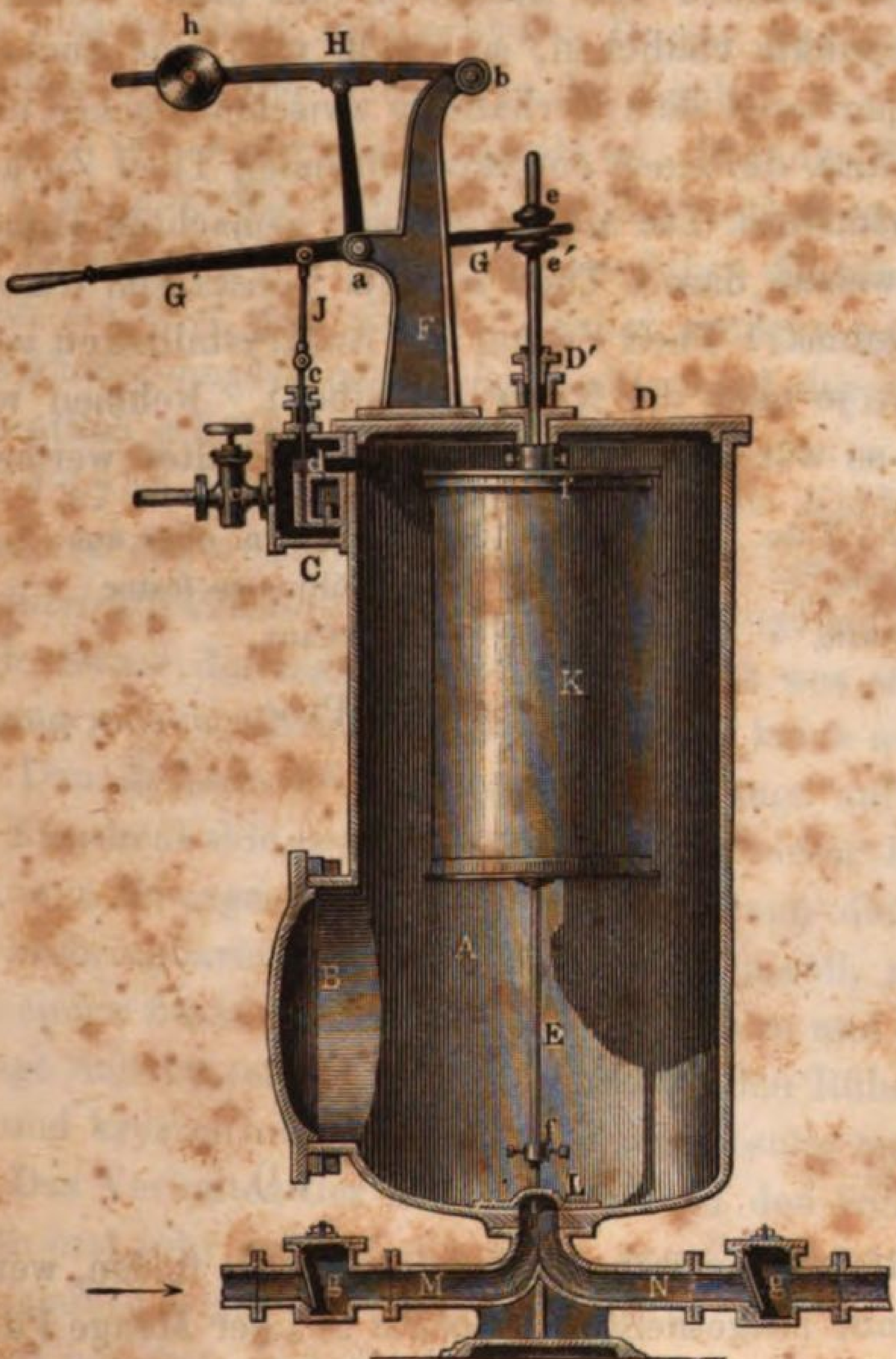


Der saturirte und durch eine mechanische Filtration gereinigte Saft wird nun gewöhnlich durch einen Saftheber, ein sogenanntes Montejus, wie es Fig. 115 zeigt, zu den Reservoiren über die Filter gehoben.

Bei *a* fliesst der Saft in den Cylinder von Eisenblech, bis er die Höhe von *b* erreicht, wo ein offenstehender Hahn durch den Austritt des Saftes das Niveau anzeigt. Man schliesst dann den Hahn bei *a*, und lässt durch das Dampfrohr bei *c* Dampf einströmen gegen den oberen Deckel. Die Elasticität des Dampfes drückt dann den Saft durch das

Rohr *d* nach der gewünschten Höhe. Jede Atmosphäre Dampfdruck vermag den dünnen Saft, der schon schwerer ist als Wasser, höchstens um eine Höhe von 29 Fuss zu heben.

Fig. 116.



Anstatt dessen hat **Baumann** den mechanischen oder selbstthätigen Flüssigkeitsheber, Fig. 116, construirt. Der Saft tritt bei *M* ein, bis er den Schwimmer *K* hebt, sowie es hier in Fig. 116 angedeutet ist; alsdann öffnet derselbe mittelst eines Hebels *G'G''*, der durch die Knaggen *ee'* gehoben wird, einen Schieber *d*, so dass der Dampf durch das offene Ventil *o* in den oberen Theil des Gefässes treten, und den Saft durch *n* und *g'* fortdrücken kann, da die Klappe *g* durch den Druck geschlossen wird. Ist die Flüssigkeit aus dem Gefässe getrieben, so sinkt der Schwimmer *k* und hebt den Schieber *d*, so dass der Dampfzufluss abgesperrt ist, der im Gefässe befindliche Dampf aber ausströmen kann. Die Luftverdünnung im Gefässe lässt die Klappe *g* von selbst wieder öffnen und das Spiel von Neuem beginnen. — Hierbei ist nur zu erwägen, dass das Gefäss nie ganz leer wird, die Säfte daher nicht gehörig getrennt werden.

Die Filtration des Saftes durch Knochenkohle.

Wollte man den geschiedenen und saturirten Saft ohne Weiteres bis zum Krystallisationspunkte eindicken, so würde man eine Zuckerausbeute erhalten, proportional dem Verhältniss zwischen Zucker und fremden Stoffen (Salze etc.), die einen correspondirenden Theil Zucker am Auskrystallisiren verhindern. Die an der Melasse gemachten Erfahrungen scheinen zu beweisen, dass 1 Theil fremder Substanzen (Salze, Proteïnstoffe etc.) wenigstens 1 Theil Zucker am Auskrystallisiren verhindert (oft auch mehr, je nach der Natur derselben). Nehmen wir dieses zum Maassstabe, so würde aus dem Rübensafte erhalten werden:

Wenn er in 100 festen Thln. anzeigt (oder bei 1,100 = Ventzke's Normale).	Aus 100 festen Thln. oder aus 100 Thln. Füllmasse fester Substanz.
75 Proc.	50 Proc.
76 "	52 "
77 "	54 "
78 "	56 "
79 "	58 "
80 "	60 "
81 "	62 "
82 "	64 "
83 "	66 "[1])

Die Ausbeute aus 100 Rüben wäre demnach leicht zu finden, wenn man die in letzter Colonne mitgetheilten Procente mit der Menge Füllmasse multiplicirt, oder bei 11 Proc. Füllmasse selbst würden (11 . 50 =) 5,5 Proc. Rohzucker schlechter Qualität bis (11 . 60 =) 6,6 Proc. in Ausnahmefällen erzielt werden. Um nun diese Ausbeute an Krystallzucker zu erhöhen, und den Zucker zugleich von besserer Qualität (und Farbe) zu erzielen, dient die Filtration über Knochenkohle. Der Effect der Filtration ist also eine Mehrausbeute, die die Kosten der Filtration wenigstens decken muss.

Die Knochenkohle wurde zuerst von M. Figuier (aus Montpellier)

[1]) Da diese Gehalte bei verschiedenen Rüben wirklich vorkommen, so ist daraus auch leicht erklärlich, wie verschiedene Ausbeuten aus den Rüben verschiedener Qualität erhalten werden können, ohne ihren Grund in der Fabrikation zu haben.

im Jahre 1811 vorgeschlagen, nachdem Lowitz schon früher die entfärbenden Eigenschaften der Holzkohle gezeigt und Figuier dadurch zu Versuchen veranlasst hatte.

Im Jahre 1812 führte sie Ch. Derosne in die Zuckerfabrikation ein, und im Jahre 1821 erhielten Bussy und Payen Preise über die Eigenschaften und Wirkungen der Kohle.

Bussy führte schon damals an, dass der Kohlenstoff (den er zu 10 Proc. angiebt) durch seine feine Vertheilung der wirksame Theil der Knochenkohle wäre, und dass daher dieselbe an Wirkung verlöre, wenn sie hart und glänzend (daher weniger porös) gebrannt würde. Das Entfärbungsvermögen der Kohle wird durch Glühen mit Potasche wesentlich erhöht.

Payen zeigte schon damals, dass die Kohle auch Extractivstoffe (*matières extractives*) absorbire, dass sie die Krystallisation der über sie filtrirten Zuckerlösungen wesentlich begünstige, dass die Knochenkohle ferner die Eigenschaft besitze, Kalk aus einer ihr dargebotenen Lösung aufzunehmen, welche Eigenschaft keine andere Kohle besitzt.

Den grössten Werth legte man anfangs auf die Entfärbungskraft der Knochenkohle, welche heute, wie wir weiter hinten ausführen werden, eine untergeordnete Rolle spielt. Wenn die Filtration die Menge des ausbringbaren Krystallzuckers erhöhen soll, so muss sie unzweifelhaft einige fremde Substanzen, nämlich Salze und organische, stickstoffhaltige Substanzen absorbiren, dadurch den Rübensaft zu einer reineren und krystallisationsfähigeren Zuckerlösung machen.

Das Verhalten der Knochenkohle zu den Salzen ist merkwürdiger Weise erst sehr spät zu erforschen gesucht worden, und meine Arbeiten darüber folgen im nächsten Kapitel. Ja, es läugnen noch heute einige Chemiker, dass die Salze überhaupt von der Knochenkohle absorbirt werden; obschon der natürliche Verstand daraus, dass filtrirte Zuckersäfte besser krystallisiren, schliessen müsste, dass daraus einige die Krystallisation behindernde Stoffe entfernt sein müssten. Auch sprechen die Versuche mehrerer Experimentatoren dafür. So führt Michaëlis z. B. an, dass 100 Thle. Knochenkohle = 0,45 kohlensaures Kali aufnehmen (Vereinszeitschrift f. Rübenindust. im Zollverein Bd. 1, S. 505). Schatten bewies, dass die Kraft der Kohle, Kalk und Kalksalze zu absorbiren, sich vermindere und endlich ganz aufhöre (wenn sie nicht stets wieder von diesen aufgenommenen Salzen, durch Salzsäure etc., befreit würde), während dagegen die entfärbende Kraft solcher Kohle noch bedeutend sein könne.

Auch sagt Michaëlis (ebendas. Bd. 5, S. 257): Anlangend die Aufnahme von Kalksalzen durch gute Kohle, so zeigten Versuche, dass 100 Thle. Knochenkohle an Kalksalzen im Werthe von 1,6 Thln. kohlensauren Kalk aufnehmen.

Dr. Stammer führt an, dass 17 bis 30 Proc. der verschiedenen Salze aus Rübensäften durch die Knochenkohle bei der Filtration im praktischen Betriebe absorbirt wurden.

Muspratt führt Bd. 1, S. 797 an: „Graham fand, dass unorganische Stoffe einen gleichen Einfluss (der Absorption) erleiden, und dass die Metalloxyde, besonders die des Bleies, wie auch Ammoniak und Kali aus ihren Lösungen absorbirt werden.

Wenn die Knochenkohle nicht einen grossen Theil der Salze aus Rübensäften zu entfernen vermöchte, so würde früher ihre Entfernung aus den Fabriken weit eher möglich gewesen sein, als jetzt, wo sie gerade deshalb für ein unschätzbares Material gehalten wird.

Der Rübensaft enthält neben dem Zucker hauptsächlich Proteïnsubstanzen, Farbstoff und Salze. Die Proteïnsubstanzen könnten möglicherweise durch einige chemische Mittel (Tannin etc.) aus den Säften entfernt werden, die Farbstoffe, deren procentisches Verhältniss wohl durch keine sehr hohe Zahl repräsentirt werden dürfte, wären theils durch chemische Agentien, theils in Niederschlägen (durch Thonerde etc.) zu entfernen; ganz abgesehen davon, dass andere Kohlensorten (Blutkohle z. B. 10 bis 20 Mal) besser entfärben als die Knochenkohle (Muspratt Bd. 1, S. 795). Wäre also die Entfärbung der Hauptzweck der Filtration, so müsste man jene, nicht Knochenkohle verwenden. Nur die Salze und Alkalien der Säfte lassen sich durch kein bis jetzt bekanntes chemisches Mittel aus den Rübensäften entfernen, und daher beruht, meiner Meinung nach, der Werth der Knochenkohle vorzüglich auf ihrer Eigenschaft, die Salze zu absorbiren, wie oben gesagt.

Ueber die Aufnahme der Proteïnsubstanzen durch die Kohle dürfte es schwer halten, umfassende Daten zu sammeln. Michaëlis führt beispielsweise an, dass von 0,9 Thln. Pflanzenleim aufgenommen waren = 0,2, und von 0,5 Thln. Legumin = 0,09; also höchstens $^1/_5$ oder 20 Proc. der vorhandenen fremden Stoffe. Dass durch die Knochenkohle nicht alle jene Substanzen absorbirt werden, erhellt am Besten aus der Zusammensetzung der Grünsyrupe oder der Mutterlaugen der Zuckermassen, in denen sich alle Unreinigkeiten zusammendrängen. Eine Analyse von Michaëlis giebt an (Vereinsschr. f. Rübenindustrie Bd. 5, S. 250), dass 100 Thle. davon bestanden aus:

62,56 Zucker,
12,44 Salze,
12,49 Extract- und andere Bestandtheile,
12,51 Wasser.
100,00.

Diese Mengen Salze und Extractivstoffe hatten also bei der Filtration von der Knochenkohle nicht absorbirt werden können, was darauf hinweist, dass wir der Filtration noch mehr Sorgfalt widmen sollten, um weniger Melasse zu erhalten.

Im Allgemeinen hatte man jedoch die reinigende Wirkung der Knochenkohle rasch gewürdigt, und in die Praxis allgemein eingeführt. Man wandte aber anfangs die Knochenkohle in fein gepulvertem Zustande an, und kochte sie mit der Zuckerlösung, verlor aber dadurch die Möglichkeit ihrer Wiederbelebung und wiederholten Anwendung. Es mussten deshalb stets frische Mengen dieses kostbaren Materials herbeigeschafft und der Werth der wiederzubelebenden jedesmal geopfert werden.

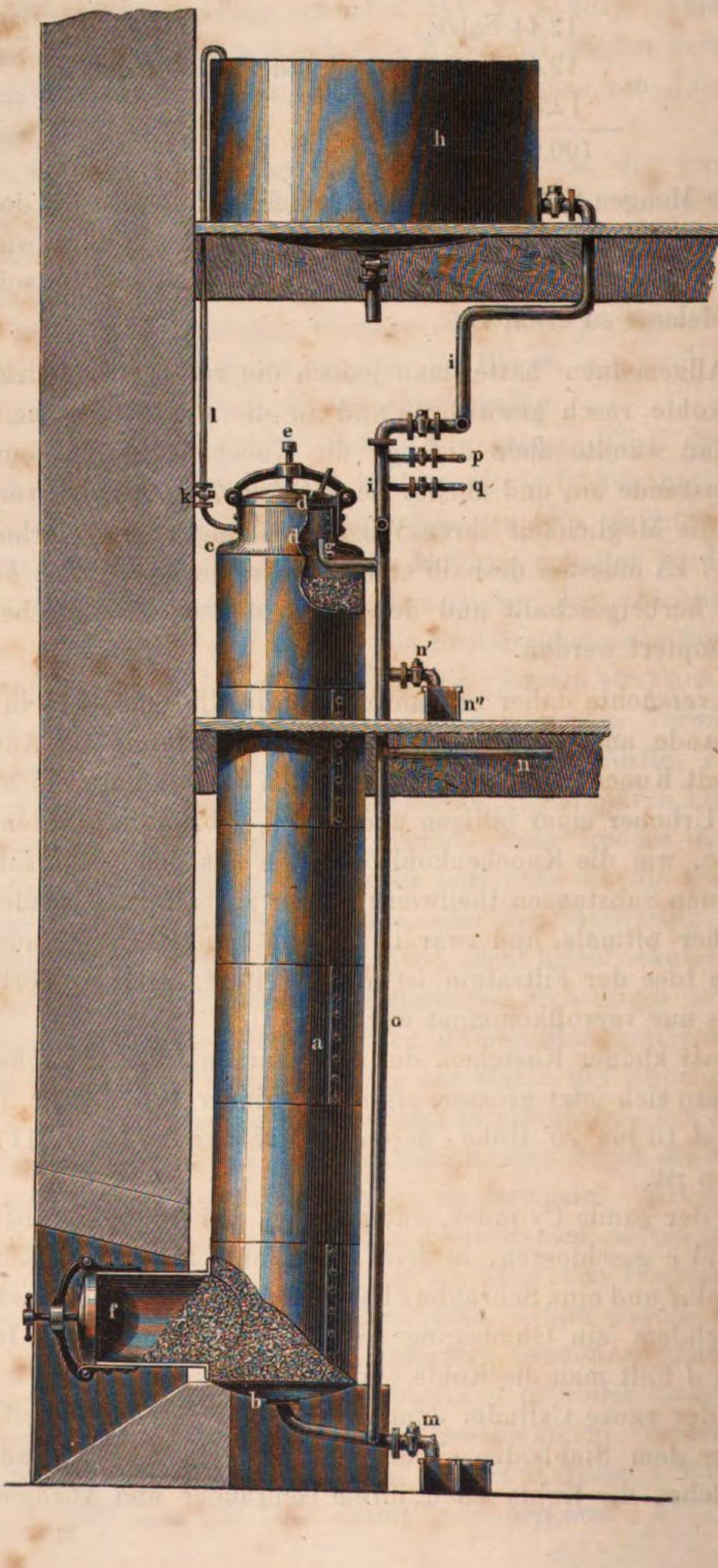
Man versuchte daher im Jahre 1828 die Knochenkohle in gekörntem Zustande anzuwenden. Dumont wurde durch die Anwendung kleiner, mit Knochenkohle gefüllter Kästen der Schöpfer der Filtration und der Urheber einer billigen und guten Fabrikation, indem er zuerst lehrte, wie die Knochenkohle von den aus den Zuckersäften aufgenommenen Substanzen theilweise wieder zu befreien, „wiederzubeleben", daher oftmals, und zwar in grossen Mengen zu gebrauchen sei.

Seine Idee der Filtration ist nur erweitert, seine Wiederbelebung der Kohle nur vervollkommnet worden.

Anstatt kleiner Kästchen, der sogenannten Dumont'schen Filter, bedient man sich jetzt grosser, eiserner Cylinder von 1½ bis 3′ Durchmesser und 10 bis 20′ Höhe, deren Einrichtung aus Fig. 117 a. f. S. zu ersehen ist.

a ist der runde Cylinder, unten durch den Boden *b*, oben durch den Deckel *c* geschlossen, in dem ein Mannloch *d* ist, welches durch den Deckel *d′* und eine Schraube *e* leicht hermetisch verschlossen werden kann, nachdem ein Gummiring in den Falz gelegt ist. In dieses Mannloch *d* füllt man die Kohle ein, die auf den Siebboden *e* sich lagert, bis der ganze Cylinder damit gefüllt ist. An einer Seite unten, dicht über dem Siebboden *e*, befindet sich ein zweites Mannloch *f*, durch welches die Kohle nach ihrem Gebrauche und Absüssen nebst

Fig. 117.



dem aus mehreren Stücken bestehenden eisernen Siebboden *e* herausgenommen, und dieser nach seiner Reinigung wieder eingelegt wird.

Oben durch das gebogene Rohr unter dem Deckel *c* tritt der Saft (wie der Dampf und das Wasser) ein, so dass er sich am Deckel vertheilt, und möglichst gleichmässig über die ganze Fläche Kohle im Filter ergiesst. Dies gebogene Rohr *g* steht mit dem Saftreservoir *h* über den Filtern durch das Rohr *i* in Verbindung, so dass der Saft aus dem Reservoir mit einem gewissen Druck auf die Kohle kommt, wodurch eine möglichst gleichmässige und vollständige Vertheilung bezweckt wird. In das Rohr *i* münden noch zwei andere, mit Hähnen versehene Rohre *p* und *q*, welche Wasser resp. Dampf zuführen, um nach Belieben die Filter auszudämpfen, abzusüssen, oder Zuckerlösung zu filtriren.

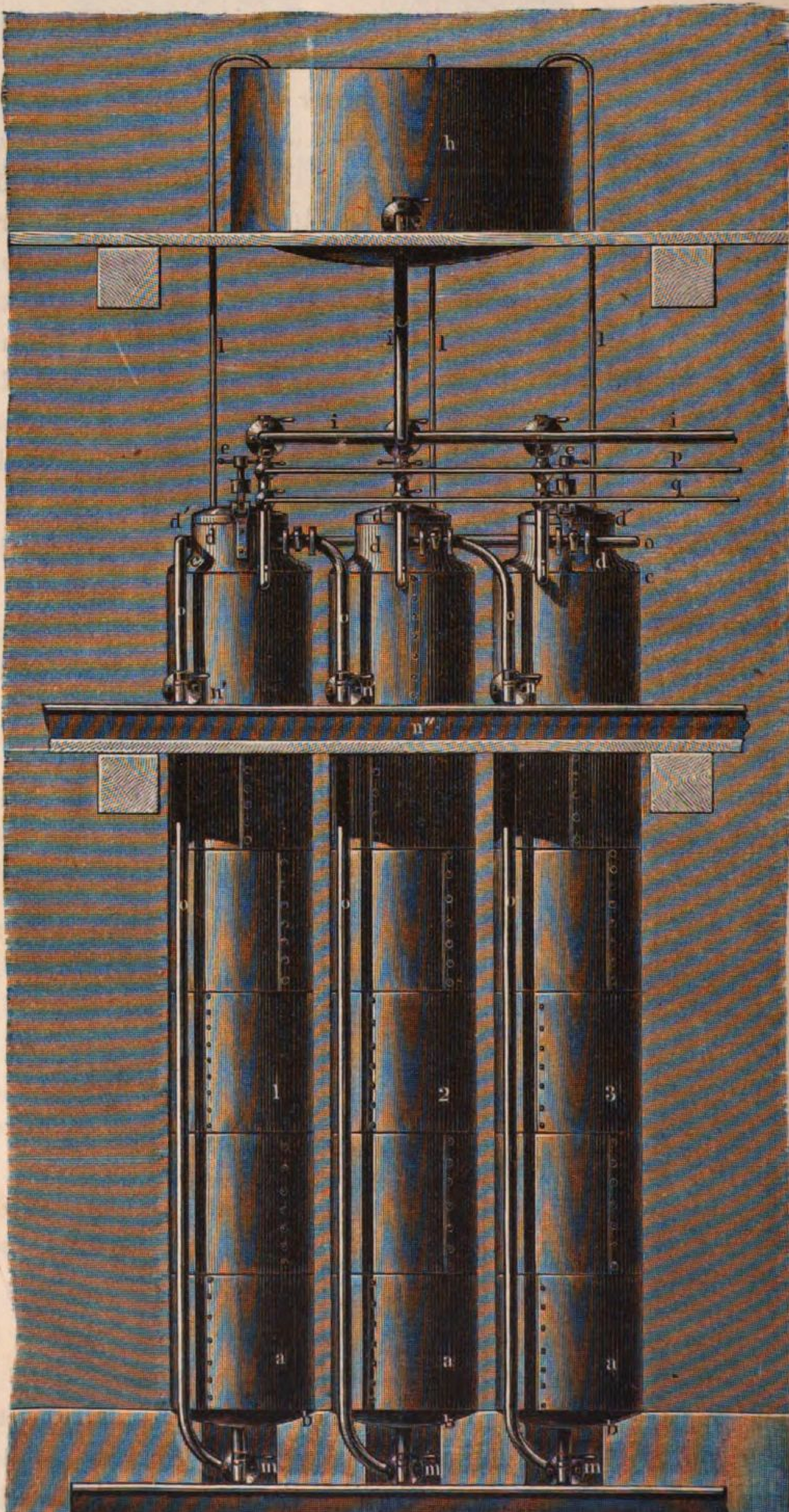
Der kleine Hahn *k* dient dazu, die Luft aus den Filtern zu lassen, und es führt zweckmässig ein kleines Rohr *l* nach dem oberen Theile des Saftbehälters *h* zurück, um der Luft einen beständigen ungehinderten Austritt zu verschaffen, damit die Gleichmässigkeit der Filtration nicht gestört werde.

Der untere Hahn *m*, der aus dem tiefsten Theile des Filters führt, dient zum Abflusse der Wässer, während das Rohr *n* den filtrirten Saft direct in den Abdampfapparat leitet, oder durch den Hahn *n'* in die Rinne *n''* führt, von wo er zu den Apparaten geführt wird.

Wenn wir im Vorhergehenden die Einrichtung eines Filters betrachtet haben, so zeigt Fig. 118 a. f. S. die Vereinigung von drei Filtern, eine sogenannte Filterbatterie, wie sie gewöhnlich angewendet wird, um den Saft „übersteigen“ zu lassen, d. h. den filtrirten Saft durch das Rohr *o* aus dem einen in den zweiten Filter steigen zu lassen, ihn also noch einmal zu filtriren, und nach dieser zweiten Filtration ihn durch ein anderes Rohr aufsteigend noch in dem dritten Filter über eine neue Schicht Kohle zu filtriren, damit er so viele Kohlenschichten als möglich passire, und dadurch so weit gereinigt werde, als es überhaupt durch Anwendung der Thierkohle möglich ist.

In diesem Falle führt ein Rohr den filtrirten Saft entweder ebenfalls direct in den Abdampfapparat, oder es ist nahe dem obern Ende der Filter eine Rinne *n''* angebracht, in welche der dünne oder eingedickte Saft fliesst. Diese Rinne ist so hoch gelegt, um sicher zu sein, dass die Filter beständig voll sind, deren Flüssigkeit nach den

Fig. 118.



Gesetzen des Gleichgewichts nicht mehr auslaufen würde, wenn nicht die Flüssigkeit im Filter höher stände.

Das untere Abflussrohr des Filters sollte stets aus der Mitte des Filters am tiefsten Punkte abführen (wie in Fig. 118), da sonst der Saft mehr an einer Seite des Filters durchläuft, namentlich bei offenen Filtern ohne Druck, und die Kohle nicht gleichmässig zur Wirkung kommt. Man kann sich durch einen Versuch hiervon überzeugen, wenn man einen Filter mit kalter Kohle füllt, ohne sie auszudämpfen, und dann heissen Saft darüber lässt. Die Seite, an welcher der Ablaufhahn angebracht ist, wird dann weit eher heiss, als die andere. Der Saft läuft daher dort in grösserer Menge und schneller durch.

Was nun die Grösse der Filter anbelangt, so trifft man dieselbe in vielen Etablissements von gleichen Dimensionen, gleichgültig ob 1000 oder 3000 Ctr. Rüben täglich verarbeitet werden.

Dieses stereotype und schablonenmässige Anfertigen und Aufstellen von Filtern scheint mir jedoch nicht ganz rationell, sondern vielmehr ein gewisses Verhältniss zwischen der Menge des täglich zu verarbeitenden Rohstoffes und dem Inhalt eines Filters nothwendig zu sein.

Die Daten, nach denen die Grösse der Filter zu wählen wäre, dürften vielleicht folgende sein. 1000 Ctr. Rüben in 24 Stunden à 90 Proc. = 900 Ctr. Saft, welche also pr. Stunde 40 Ctr. Dünnsaft geben. Wenn nun derselbe mit der Knochenkohle eine Stunde lang in Berührung bleiben sollte, so müsste der Inhalt eines Filters so gross sein, dass er in den Zwischenräumen der Kohle gerade jene 40 Ctr. Saft fasste, alsdann würde der Dünnsaft der einen Stunde stets den der früheren verdrängen, folglich eine Stunde lang filtrirt werden. Man wendet nun gewöhnlich pr. 100 Rübe 20 Proc. Kohle an, oder pr. 100 Thle. Saft = 22 Proc., welche zur Filtration des Dünn- und Dicksaftes verwendet werden; nehmen wir an, dass zur Filtration des Dünnsaftes allein 12 Proc. Kohle verwendet würden, so betrüge dies pr. 1000 Ctr. Rüben = 120 Ctr. Knochenkohle pr. Tag.

Die Knochenkohle in einem Filter bietet nun so viel leere Räume dar, dass 55 bis 60 Proc. ihres Gewichtes von der Zuckerlösung erforderlich sind, um dieselben zu füllen. Um daher 40 Ctr. Saft in einem Filter zu placiren, müsste derselbe 66 Ctr. Kohle enthalten, denn aus der Proportion $60 : 100 = 40 : x$ folgt $x = \frac{100 \cdot 40}{60} = 66$,

so dass ein Filter 66 Ctr. Kohle fassen müsste, um den dünnen Saft von einer Stunde zu enthalten. Da ferner circa 60 Pfd. Kohle einen Cubikfuss Raum einnehmen, so betrüge dies (6600 Pfd. : 60 =) 110 Cubikfuss Raum für jeden Filter. Da nun endlich zur Dünnsaftfiltration pr. Tag 120 Ctr. Kohle aufgewendet werden sollen, und ein Filter 66 Ctr. fasst, so würden pro Tag nahezu 2 Filter nöthig, oder 1 Filter 12 Stunden lang im Betriebe sein.

Wenn dem Safte nur eine halbe Stunde Filtrationszeit zugestanden werden sollte, so würden 20 Ctr. Saft (nach der Proportion 66 : 100 = 20 : x =) nur 30,3 Ctr. Kohle oder einen Filterraum von 50 Cubikfuss pr. Filter erfordern, was mir jedenfalls rationeller erscheint, da man durch die doppelte und dreifache Filtration den Saft über 2 Filter eine, und über 3 Filter (3 . $^1/_2$ =) $1^1/_2$ Stunden mit der Kohle in Berührung lassen kann, wenn man es wünscht. Im letztern, hier berechneten Falle würden (120 : 30 =) 4 Filter pr. 24 Stunden gebraucht werden, und jeder Filter liefe daher (24 : 4 =) nur 6 Stunden, was, wie wir später beleuchten werden, entschieden bessere und reinere Säfte giebt, als eine länger andauernde einfache Filtration. Genügten ferner die 120 Ctr. Kohle (oder 12 Proc. des Rübenquantums) nicht zur gehörigen Reinigung der Säfte, so könnte man nur die Zeitdauer des Filterganges abkürzen, und anstatt 4 Füllungen der Filter in einem Tage z. B. 6 solcher anwenden.

Das Verlangen, den cubischen Inhalt eines Filters in genaueren Einklang mit der Grösse der zu verarbeitenden Saftmenge zu bringen, ist um so mehr begründet, als eine vernünftige Betrachtung und Erwägung der Umstände beim ganzen Betriebe dafür spricht, dass der Saft einerseits so rasch als möglich durch die Stadien der Fabrikation wandern soll, andererseits aber auch Zeit genug zur Wirkung gegeben sei. Sind nun die Filter ebenso gross für eine tägliche Verarbeitung von 1000 Ctr. als für eine Leistung von 2000 Ctr. (ein Missverhältniss, welches wir notorisch in vielen bestehenden Rübenzuckerfabriken finden), so dauert es im ersteren Falle doppelt so lange bis der cubische Inhalt eines Filters gefüllt ist, als im zweiten. Die Säfte verweilen demgemäss auch die doppelte Zeit in dieser Station, und dass dadurch in ganz kleinen Fabriken (die oft ebenso grosse Filter haben) und ungünstigen Jahrgängen durch eine eintretende Zersetzung oder Gährung der Säfte und besonders der Süsswasser bedeutende Verluste herbeigeführt werden können (die auch 1 Proc. Zucker unter Umständen betragen), ist eine unbezweifelte Thatsache, da es in sol-

chen verfehlten Anlagen oft Tage dauert, ehe der gepresste Saft in Füllmasse verwandelt wird. Es ist gewiss auch zum Theil diesem Umstande zuzuschreiben, wenn grosse Fabriken gewöhnlich besser ausbringen, weil sie rascher und daher rationeller arbeiten, indem die Säfte nicht durch langes Stehen abkühlen können, daher heiss bleiben und noch unverdorben zum Krystallisationspunkte gelangen. Daher hört man denn auch alte Praktiker mitunter sagen: „Zuviel Filtriren macht den Zucker matt und kraftlos!" Von reinen Theoretikern wird solchen alten praktischen Leuten das bequeme „Vorurtheil" entgegen geschleudert. Ich hingegen glaube mich der Ansicht zuneigen zu müssen, dass die praktische Erfahrung gewöhnlich einen tüchtigen Kern von Wahrheit in sich birgt, so auch hier. Durch das viele Filtriren eines wenig kalkhaltigen Saftes (wie ihn die Saturation herstellt), namentlich in grossen Filtern während einer zu langen Zeitdauer, leidet der Saft unzweifelhaft, ja er kann selbst in Berührung mit Kohle schleimig (oft milchig) werden. Je neutraler oder je weniger kalkhaltig der Saft zur Filtration kommt, desto entschiedener tritt die Erscheinung der „Mattigkeit" der Säfte hervor, und wir erinnern uns wohl Alle noch der Zeit, in der die Filter verkleinert (abgeschnitten) wurden, nachdem die Kohlensäure Eingang in den Fabriken gefunden! Die praktischste Illustration zu obigem Texte.

Passt man nun von vornherein die Grösse der Filter der zu verarbeitenden Menge Saft an, so ist wenigstens dieser Grund verschwunden, der einen Unterschied der Arbeit bedingen konnte. Ich bin überzeugt, dass man auch in ganz kleinen Fabriken nach Befolgung der in Obigem aufgestellten Grundsätze dasselbe Resultat der Saftveredlung im gesunden Zustande erzielen kann. Es stellt sich die Anlage ferner oft billiger als jetzt, der ganze Betrieb der Säfte geht dadurch regelmässiger von Statten, das Aussüssen dauert nicht so lange als bei sehr grossen Filtern, und da die Zeitdauer der Wirkung mit der Grösse der Filter in Wechselwirkung steht, so erhält man öfter aber jedesmal geringere Mengen Süsswasser, deren Aufarbeitung dann rascher und gleichmässiger in den Abdampfapparaten von begrenzter Leistung vor sich geht.

Wenn ich mich über diesen Punkt hier ausführlich aussprach, so geschah dies hauptsächlich deshalb, weil meines Wissens derartige Berechnungen noch nicht aufgestellt oder doch noch nicht veröffentlicht waren. Ich will damit auch keineswegs 50 Cubikfuss pr. Dünnsaftfilter auf jede 1000 Ctr. pr. Tag zu verarbeitende Rüben als Mi-

nimum aufgestellt haben, sondern hauptsächlich gegen zu grosse Filter warnen. Zu klein dürften die Filter selten sein, denn selbst bei 25 Cubikfuss Inhalt jedes einzelnen und dem nachfolgenden Uebersteigen auf vier Filter wäre ein sehr schönes Resultat zu erzielen. Es ist ja ganz dem Belieben des Fabrikanten anheimgestellt, die Filter so oft zu füllen und zu leeren, als er es für gut findet. Je kleiner die Filter, desto regelmässiger der Betrieb, desto öfter werden neue Schichten Kohle eingeschaltet, desto weniger Süsswasser giebt es jedesmal, desto leichter ist dasselbe eingedickt, desto gleichmässiger wird die Kohle ausgenutzt etc. Es ist also gar keine Bedingung, grosse Filter zu haben, um viel Knochenkohle anwenden zu können; ja es erscheint rationeller, die Zeitdauer der Filterbenutzung abzukürzen, und öfter zu füllen. — Versuche im Grossen überzeugten mich, dass Fabriken selbst mit sehr kleinen Filtern (von 12 Cubikfuss Inhalt) noch ganz gut arbeiten können, jedenfalls besser, als mit unverhältnissmässig grossen.

Es dürfte ferner in Betracht zu ziehen sein, dass die Form der Filter einigen Einfluss ausübt, und eine bedeutende Höhe derselben keineswegs eine gleichgültige Sache ist. Ich glaube durch Versuche unzweifelhaft gefunden zu haben, dass eine mehr hohe und geringen Durchmesser besitzende Knochenkohlenschicht auf die Zuckersäfte reinigender wirkt, als wäre Höhe und Durchmesser im umgekehrten Verhältnisse. Man sollte die Filter wenigstens 10 Mal höher machen als ihren Durchmesser.

Eine grössere Höhe der Filter scheint praktisch (der Gebäude etc. wegen) nicht ausführbar zu sein, obschon sie sehr erwünscht wäre. Man hilft sich daher mit dem einfachen Auskunftsmittel, den Saft über 2 auch 3 Filter „springen" oder steigen zu lassen, und dadurch die Höhe der Kohlenfilter oder der Knochenkohlenschichten seinen Ansichten anzupassen, ohne zu unbequemen Dimensionen der Filter Zuflucht nehmen zu müssen. Bei 3 Filtern hat man dann 30 Mal mehr Höhe als Durchmesser.

Die Thatsache einer besseren Wirkung der Kohle in höheren Gefässen scheint darauf zu beruhen, dass die obersten Schichten der Kohle die am leichtesten abzuscheidenden fremden Theile der Säfte absorbiren, worauf der nun schon gereinigtere Zuckersaft in neuen Schichten frischer Kohle von noch ungeschwächter Absorptionskraft diese schwerer abzugebenden Substanzen zurücklässt. Oben würde sich also die Kohle mit den gröbsten Unreinigkeiten schwängern,

z. B. die dunkelbraunen Farbstoffe aufnehmen. Der Saft, der diese oberste Schicht durchlaufen hätte, würde dann z. B. dunkelgelb sein, und in dem zweiten Drittheil der Kohle auch diese Farbstoffe zum grössten Theile zurücklassen, und danach schwach gelblich erscheinen. Die dritte und unterste Kohlenschicht müsste dann entschieden von noch ungeschwächter Kraft sein, um diesen gelblichen Schein fortzunehmen und eine farblose Lösung ablaufen zu lassen. Wenn diese Ansicht richtig ist, so muss der Effect um so entschiedener hervortreten, als die Höhe der Filter grösser ist im Verhältniss zum Diameter. Denkt man sich nun für die 3 Thle. eines Filters drei besondere Filter, so kann man sich zugleich überzeugen, dass der Saft aus dem ersten Filter dunkel, der aus dem zweiten heller, und der aus dem dritten noch heller ist, und es erhellt das Rationelle der Filtration über mehrere Filter daraus von selbst.

Obschon nun die Farbe einer Zuckerlösung keineswegs einen genauen Maassstab ihres Werthes oder ihrer Krystallisationsfähigkeit abgiebt, und ich sie oben als Beispiel nur deswegen anführte, um an einem in die Augen fallenden Beispiele zu demonstriren, so steht doch fest, dass alle fremden Stoffe der Rübensäfte in einem ähnlichen Verhältnisse absorbirt werden, als in unserm Beispiele die Farbstoffe, und dass mehr Krystallzucker aus 100 Thln. Saft gewonnen wird, wenn man gleiche Mengen Kohle in gleichen Zeitperioden in höheren Schichten auf den Saft wirken lässt, als in niederen. Beispielsweise erhielt ich den Saft über ein Filter, dessen Höhe das 12fache des Durchmessers betrug, bis 84,4 Proc. Zucker in 100 festen Theilen gereinigt; während Saft von gleicher Beschaffenheit unter sonst gleichen Bedingungen nur 84 Proc. Zucker in 100 festen Theilen zeigte, nachdem er über ein Filter gelaufen, dessen Höhe und Durchmesser gleich waren! Im ersteren Falle hätte man also circa 0,8 Proc. Zucker mehr erzielt durch den Einfluss der Form der Filter, die demnach keine ganz leere Formsache zu sein scheint. — Die Kalkabsorption war in beiden Fällen gleich, die Entfärbung besser bei dem hohen Filter.

Nachdem wir über die Form und die Grösse der Dünnsaftfilter Betrachtungen angestellt haben, müssen wir auch die Grösse der Dicksaftfilter zu berechnen suchen. Der Saft der Zuckerrüben wird nämlich gewöhnlich zweimal filtrirt, einmal als Dünnsaft und das zweite Mal in einem concentrirteren Zustande nach der Verdampfung. Der Dicksaft hat einen grossen Theil Wasser durch Verdampfung verloren, und besteht z. B. bei 1000 Ctr. Rübenverarbeitung oder bei

900 Ctr. Saftgewinn in 24 Stunden aus circa 180 Ctr. Dicksaft zu 50 Proc., die pr. Stunde 750 Pfd. Saft betragen. Wenn dieser Dicksaft eine Stunde auf dem Filter bleiben soll, so erfordert er (60 : 100 = 750 : x =) 1250 Pfd. Kohle, damit er ihre Zwischenräume ausfülle, und der nöthige Filterraum würde daher wenigstens betragen müssen (1250 : 60 =) 21 Cubikfuss, oder bedeutend weniger als beim Dünnsaft; jedoch ist wohl zu bemerken, dass es diesem Safte nicht so leicht schadet, wenn er etwas länger auf den Filtern steht. Dieses Missverhältniss in der Grösse der Filter ist jedoch sehr störend, wenn Dick- und Dünnsaft über dieselben Filter laufen sollen, und zeigt eigentlich, wie wenig früher den einfachsten Principien in der Zuckerfabrikation Rechnung getragen wurde.

Die Zahl der Filter beschränkt sich, wenn man den Dünnsaft über 3 Filter steigen lässt, auf 5, da ein Filter zum Absüssen und Entleeren, ein Filter zum Füllen nöthig sind. — Diese Zahl wäre für die kleinste wie für die grösste Fabrik passend, und nur die Dimensionen derselben müssten variiren je nach der Grösse der täglichen Verarbeitung.

Der Dicksaftfilter wären zwei im Ganzen, einer zum Absüssen und Entleeren, einer zum Füllen etc., mehr als ausreichend. Vier kleinere Dicksaftfilter wären daher genügend. — Beim Ueberspringen des Saftes müsste die Fabrik daher 9 Filter haben, während bei einfacher Filtration schon 4 Filter den Zweck erreichen liessen, indem 1 Filter zum Dicksaft, 1 Filter zum Dünnsaft, 1 Filter zum Süsswasser und 1 Filter zum Füllen verwendet würde. Die grössere Oekonomie der Anlage würde aber nicht eine billigere Production des Zuckers bedingen, sondern im Gegentheile eine geringere Ausbeute an Krystallzucker zur Folge haben.

Früher waren alle Filter offen, wie noch heutzutage zum Theil in Frankreich und Russland. Da bei offenen Filtern die Höhe derselben beschränkt ist, und nicht nach Belieben vergrössert werden kann (ausser mit den wenig rationellen Mitteln von Pumpen oder Montejus); so bleibt deshalb dieser Fabrikant seinem Concurrenten gegenüber im Nachtheile. Wir bemühen uns, das Ammoniak und alle Gase, die die Kohle so begierig aufnimmt, durch den Dampf aus den Filtern zu verjagen. Was hindert nun bei offenen Filtern die Kohle, diese ammoniakalischen Dünste, mit denen der Fabrikraum geschwängert ist, nach dem Dämpfen gleich wieder zu absorbiren? Bei geschlossenen Filtern hingegen wird das Ammoniak durch ein Rohr ins Freie

geführt. Nach dem Dämpfen bleibt Alles geschlossen, und nur der Zuckersaft hat Zutritt zur Kohle.

Es ist ferner eine bekannte Thatsache, dass Knochenkohle im hohen Grade die Eigenschaft besitzt, die Gährung zuckerhaltiger Flüssigkeiten einzuleiten und zu befördern. Wenn man Melasse recht rasch in Gährung bringen will, braucht man sie nur bei 15⁰ bis 20⁰ Wärme mit Kohle in vielfache Berührung zu bringen. Die Gährung beginnt oft in 2 bis 3 Stunden, wahrscheinlich weil die zuckerhaltige Flüssigkeit in den Poren der Kohle mit der Luft in vielfache Berührung gebracht wird.

Wenn wir aber in den eisernen, offenen Filtern Kohle und verdünnten Rübensaft zusammenbringen, dann geben wir uns der Hoffnung hin, dass die Gährung (die bekanntlich auch bei hoher Temperatur als Milchsäuregährung sehr rasch eintritt) nicht eingeleitet würde?

Meiner Ansicht nach verdient die Eigenschaft der Kohle, in offenen Gefässen die Zersetzung zuckerhaltiger Lösungen zu befördern, die vollste Berücksichtigung bei der Filtration der Säfte in offenen Filtern, und der Grund, weshalb unter solchen Bedingungen die leicht zersetzbaren Süsswasser oft deutlich sauer reagiren, scheint mir in Berücksichtigung der Zeitdauer der Wirkung nicht sehr fern zu liegen. Dieses allein sollte genügen, die luftdicht geschlossenen Filtern vorzuziehen, welche bei geeigneter Grösse und bei hoher Temperatur gewissermaassen eine Garantie gegen die Gährung bieten.

Die Sicherheit, dass nichts überfliessen kann, dass der Filter immer voll sein muss und wenig Bedienung erfordert, sind eben so viele Empfehlungen für die geschlossenen Filter, für deren Einführung die Rübenzuckerindustrie dem verdienten Hecker in Stassfurth zu Danke verpflichtet ist.

Eine grössere Wichtigkeit aber als Grösse, Form und Einrichtung der Filter hat die Qualität der angewandten Knochenkohle, da von ihrer Beschaffenheit und Menge der Erfolg der Operation hauptsächlich bedingt ist.

Die praktischen, einfachen Kennzeichen einer guten Knochenkohle sind ihre matt-schwarze Farbe, ihre Porosität, ein normaler, nicht zu hoher Kalkgehalt und ein geringes specifisches Gewicht.

Das matte Schwarz ist bei jeder gut wirkenden Kohle zu beobachten; es rührt eben von der Porosität derselben her, und die Kohle wird erst dann glänzend, wenn ein kleinerer oder grösserer Theil

ihrer Poren verstopft und dadurch ihre Wirksamkeit, die der Grösse der von ihr dargebotenen Oberfläche proportional, vermindert ist. Das glänzend schwarze Ansehen ist daher kein sehr gutes Zeichen für die günstige Wirkung der Kohle. Es wird dasselbe leicht durch künstliche Mittel, wie durch Wiederbeleben der Kohle mittelst Melasse hervorgebracht.

Die graue (oder weisse) Färbung, entstanden durch zu starkes Glühen mit fremden Stoffen, die dabei schmelzen, oder durch einen zu grossen Kalkgehalt etc. zeigen ebenfalls keine günstige Eigenschaften der Kohle an.

Die Porosität der Kohle, oder die möglichst feine Vertheilung des Kohlenstoffes in derselben, scheint von besonderer Wichtigkeit zu sein, da Kohlenstoff in compacter Form fast gar nichts wirkt, ebenso weissgebrannte Knochen von derselben Porosität ohne Kohlenstoff keinen Effect hervorbringen. Die Kohle belegt sich nun beim Gebrauche hauptsächlich von aussen mit fremden Stoffen, die beim Glühen theils verkohlen, theils schmelzen, und so die äussersten Poren der Kohle verstopfen.

Deshalb schlug denn auch Kuhlmann schon vor vielen Jahren vor, die Kohlen wiederholt zu brechen, wodurch wieder neue poröse Flächen zum Vorschein und zur Wirkung kommen.

Ein zweites praktisches Kennzeichen der Porosität der Kohle ist das Kleben an der Zunge. Je stärker die geglühte Kohle an der Zunge klebt, für desto poröser und wirksamer wird sie gehalten.

Wenn die Kohle weniger porös ist, so hat sie grösstentheils fremde Stoffe verschiedener Natur aufgenommen, und ihr specifisches Gewicht ist dadurch erhöht worden. In der Bestimmung desselben besteht die in der Praxis am leichtesten auszuübende Controle, da man nur ein gewisses Maass der Kohle, z. B. einen Cubikfuss, zu wiegen braucht, um aus dem absoluten Gewichte, das von 60 bis 83 Pfd. variiren kann, sofort zu erfahren, um wie viel die untersuchte Kohle schwerer resp. schlechter ist, als neue. Ein gleicher Feuchtigkeitsgehalt der Kohle von gleicher Körnung wird dabei vorausgesetzt; — es ist dies freilich keine genaue, aber doch vielfach angewandte, praktische Controle.

Die einfachste Art und Weise eine gleiche Körnung zu bestimmen, geschieht immer durch Angabe der Maschenanzahl der Siebe pro Flächeneinheit. Ein Sieb von 20 Maschen per 1 □ Zoll, und ein anderes von 10 Maschen per 1 □ Zoll bestimmen z. B. die Grenzen einer zweckmässigen Körnung.

Wenn der Kalkgehalt einer Kohle den normalen Gehalt der noch nicht gebrauchten Kohle überschreitet, so verstopft er die Poren derselben und schwächt die Absorptionsfähigkeit für Kalk und andere fremde Stoffe, obschon die Fähigkeit, die Zuckerflüssigkeit zu entfärben, dadurch nicht geschwächt zu werden scheint, weshalb diese nicht als Maassstab für die Beurtheilung des Werthes dienen kann.

Nach Muspratt's Angaben haben die hier angeführten Substanzen auf Syrupe folgende relative entfärbende Wirkung.

Arten der Kohle, von jedem 1 Gramme	Zerstörte Syrupsprobe	Relative entfärbende Wirkung auf Syrupe
Gewöhnliche Knochenkohle	0,009	1
Mit Chlorwasserstoffsäure behandelte Knochenkohle	0,015	1,6
Dito noch mit kohlensaurem Kali geglüht	0,18	20
Mit kohlensaurem Kali geglühtes Blut	0,18	20
Mit Kreide geglühtes Blut	0,10	11
Mit phosphorsaurem Kalk geglühtes Blut	0,9	10
Mit kohlensaurem Kali geglühtes Eiweiss	0,14	15,5
Mit kohlensaurem Kali geglühter Leim	0,14	15,5
Mit kohlensaurem Kali geglühter Kienruss	0,09	10,6
Mit phosphorsaurem Kalk geglühtes Oel	0,017	1,9

Ich füge hinzu, dass mit Melasse gegohrene und dann also auch mit Kali geglühte Kohle in der That ausserordentlich entfärbt; aber nichtsdestoweniger eine schmierige, schlechte Füllmasse trotz der wasserklaren Säfte liefert.

Wäre die Entfärbung das Ziel, so würde man z. B. mit Blutkohle, die 10- bis 20mal mehr entfärbt, dasselbe weit besser erreichen. Dass man aber trotzdem Knochenkohle anwendet, spricht für eine werthvollere Eigenschaft derselben, nämlich die, die Krystallisationsfähigkeit unreiner Zuckerlösungen bedeutend zu erhöhen.

Man kann ein grosses Volumen farbloser Zuckerlösung mit Ultramarin oder Caramel färben, in welchem letzteren Falle sie dunkelbraun wäre, und wird dennoch ebensoviel Krystallzucker daraus gewinnen, als wäre die Lösung nicht gefärbt. Die Farbestoffe, die für das Auge allerdings sehr leicht erkennbar sind, bilden dem Gewichte

nach einen sehr kleinen Theil der „fremden Stoffe“ im Allgemeinen. Nach Entfernung dieser geringen Menge Farbstoffes kann die Lösung aber noch die 100fache Menge an ungefärbten, die Krystallisation hindernden „fremden Stoffen“ enthalten.

Welchem Fabrikanten wäre es nicht schon vorgekommen, dass er wasserhelle Säfte durch die Filtration erhalten — und dennoch eine dunkle, schmierige, wenig Zucker ausgebende Füllmasse daraus erzielt hätte? Wer hätte dagegen nicht schon beobachtet, dass Säfte, die nach der Filtration gelblich erscheinen, eine bessere krystallisationsfähigere Füllmasse geben?

Aus allen diesem folgt also, dass die Entfärbung der Säfte kein sicheres Kennzeichen ihrer Befreiung von „fremden Stoffen“ ist.

Es ist von Corenwinder vorgeschlagen worden, den Werth der Knochenkohle nach ihrer Fähigkeit, Kalk aus Lösungen zu absorbiren, zu bestimmen.

Meiner Meinung nach ist auch dies kein richtiger Maassstab für die Güte, da bei dem Stande der heutigen Industrie man sich zur Entkalkung der Säfte der Kohlensäure und nicht der Kohle bedient, aus der man dann erst wieder den Kalk durch Salzsäure lösen müsste. Den nach der Saturation bleibenden Rest des Kalkes könnte man dann rationeller durch Phosphorsäure oder ein anderes unschädliches Mittel entfernen. Da die Kohle also bei der Entkalkung höchstens eine Nebenrolle spielt, so kann diese Eigenschaft nicht zur Werthbestimmung dienen.

Wenn nun aber alle diese vorgeschlagenen Mittel keinen richtigen Maassstab zur Beurtheilung der Qualität der Kohle oder ihrer Wirkung auf die Säfte abgeben, wo finde ich denselben dann?

Man weiss, dass die Menge der aus einem gewissen Gewichte z. B. 100 Theilen fester Substanz ausbringbaren Zuckers abhängig ist von der Menge „fremder Stoffe“, die neben dem Zucker in der festen Masse enthalten sind. Es hindern dieselben die Krystallisation einer proportionalen Menge Zucker, mit dem sie Melasse bilden. Die Knochenkohle besitzt nun die unschätzbare Eigenschaft, einen grösseren oder geringeren Theil dieser Stoffe zu absorbiren und daher die procentische Ausbeute an Krystallzucker aus 100 Theilen fester Substanz (oder wasserfreier Füllmasse) um das Doppelte dieses Betrages zu erhöhen. — Der eigentliche Zweck der Filtration ist also unstreitig der, den Rübensaft von jenen fremden schädlichen Beimengungen zu befreien.

Hiernach wird diejenige Kohle die beste für die Rübenzucker-

fabrikation sein, welche die meisten fremdartigen Nebenbestandtheile aus der Zuckerlösung absorbirt.

Es handelt sich also zur Prüfung der Qualität der Knochenkohle darum, aus dem Filtrate festzustellen, wie viele Nebenbestandtheile aus dem Safte durch die Kohle entfernt wurden. — Dies ist glücklicherweise sehr leicht, denn man kann die Menge der fremden Substanzen feststellen aus der Differenz der Angaben der Balling'schen oder Brix'schen Spindel und des reinen procentischen Zuckergehaltes, den man mittelst des Polarimeters ermittelt.

Diese Differenz oder dieses Verhältniss von Zucker zu der ganzen Menge fester Stoffe im Safte drückt man am übersichtlichsten in Procenten aus, wobei die Anzeige der Brix'schen Spindel gleich 100 genommen wird, der reine Zuckergehalt bildet also einen grösseren oder geringeren Procentsatz davon, je nachdem der Saft reiner oder unreiner ist. Zwar ist die Anzeige nach Brix, wie schon früher bemerkt, nicht genau übereinstimmend mit dem wirklichen Trockensubstanzgehalte des Saftes; aber das thut hierbei nichts zur Sache, da man auf diese Weise doch Zahlen gewinnt, die zu controliren gestatten, wieviel reiner das Filtrat ist als der unfiltrirte Saft, oder wie weit die Reinigung des Saftes durch die Filtration bewirkt ist.

Z. B. es habe ein Saft 15 Proc. Bg. und 12 Proc Zucker vor der Filtration gezeigt, so verhält sich $15 : 12 = 100 : 80$; oder es waren von scheinbar 100 Theilen fester Stoffe 80 Theile Zucker vorhanden. Derselbe Saft habe aber nach der Filtration 14 Proc. Bg. bei 12 Proc. Zucker enthalten, so verhielte sich $14 : 12 = 100 : 85{,}7$; oder es sind von 100 Theilen fester Stoffe = 85,7 Theile Zucker darin enthalten. Der Effect der Filtration oder die Qualität der Kohle wäre daher eine solche ohne Rectification des scheinbaren Substanzgehaltes gewesen, dass der Saft in 100 Theilen fester Stoffe ($85{,}7 - 80 =$) 5,7 Theile mehr Zucker enthalten hätte, oder dass so viel fremde Nebenbestandtheile aus dem Safte entfernt waren. Die einzige Controle über die Wirksamkeit der Kohle, über den Effect der Filtration bietet daher nur das Polarimeter und die Brix'sche Spindel.

Man kann übrigens diese Untersuchungen bedeutend vereinfachen, indem man sich nur Säfte von Ventzke's Normallösung (von 1,100 specifischem Gewichte) bedient.

Eine reine Zuckerlösung von 1,100 specif. Gewichte zeigt in diesem Instrumente bekanntlich 100. Eine unreine wird in dem Verhältnisse weniger zeigen, als sie weniger Zucker enthält. Saturirter Rübensaft

z. B. 79 bis 83 in 100 festen Theilen. Diese Zahl gestattet zugleich die praktische Ausbeute aus 100 Theilen Füllmasse a priori annähernd festzustellen.

Ich bemerke nur noch, dass das specifische Gewicht von 1,100 = 23,8 Proc. Bg. für den praktischen Fabrikanten insofern unbequem ist, als er sich genöthigt sieht, die dünnen Säfte bis 1,1 einzudicken, was eine zeitraubende Operation ist. Ich habe daher genau die Hälfte jener Concentration 11,9 Proc. Bg. zur Construction einer Aräometerspindel gewählt (die im Polarimeter = 50 Proc. Zucker zeigt), da alle Säfte der Rübenzuckerfabrik wenigstens diese Dichte haben und die concentrirteren leicht durch Verdünnung dahin gebracht werden können. Schmidt in Berlin und Lenoir in Wien fertigen diese Spindeln an. Die Angaben des Polarimeters über den Gehalt einer solchen Zuckerlösung sind dann nur mit 2 zu multipliciren, um mit denen vom specifischen Gewichte 1,1 zu stimmen.

Während es Kohle giebt, die den Zuckergehalt der unreinen Lösung um 5 und mehr Procente in 100 festen Theilen erhöht und dadurch die aufgewendeten Kosten reichlich einbringt, lässt mitunter schlecht wiederbelebte Kohle den Saft in eben dem Grade (oder doch nahezu) der Unreinheit abfliessen, in welchem derselbe aufgegeben war. Für die Filtration ist es daher eine wesentliche Bedingung, dass die Kohle absorptionsfähig, also nach schon stattgehabtem Gebrauche gut „wiederbelebt" ist. Man kann sich, selbst wenn die Kohle schon im Filter ist, wenigstens davon überzeugen, dass sie rein ist, oder doch keine Stoffe an den Saft abgiebt, wie es unter gewissen Umständen vorkommen kann. Eine Waschung der Kohle im Filter mit heissem reinen (aus Dampf condensirtem) Wasser entfernt sehr oft aus der „wiederbelebten" Kohle einige Stoffe, wovon man sich durch Reagentien oder einfaches Eindampfen des filtrirten Wassers überzeugen kann. — Es ist evident, dass die Kohle dann besser wirken muss, nachdem sie hierdurch genügender gereinigt ist, und ich rathe daher, dies in jedem Falle unschädliche, oft aber sehr wirksame Mittel in der Praxis in Anwendung zu bringen, und über die Kohle wenigstens dreimal heisses reines Wasser vor dem Gebrauche zu lassen. — Selbst neue Kohle, die gewöhnlich das erste Mal bei ihrem Gebrauche keine besondere Wirkung äussert, wird durch eine solche vielleicht sechsmalige Auslaugung bedeutend verbessert. Durch Auswaschen der Kohle im Filter nach dem Gebrauche wird ihr Entfärbungsvermögen sogleich wieder bedeutend erhöht, was insofern Beachtung verdient, als es ebenfalls zeigt, dass

die Entfärbungskraft der Kohle nicht der richtige Maassstab für ihre Wirkung sein kann.

Auch das Ausdämpfen der Kohle im Filter hat den Vortheil, die Wirkung der Kohle auf Zuckerlösungen zu erhöhen. Die Poren der Kohle sind mit Luft gefüllt, welche die Zuckerlösung abhält, in innigen Contact damit zu kommen. Der Dampf treibt nun nicht nur diese Luft aus der Kohle und ermöglicht dadurch eine Berührung der Lösung mit allen Partikelchen derselben, sondern er treibt auch das Ammoniak aus, das, nach Ventzke, einen so schädlichen Einfluss ausübt, und für welches die Kohle eine so grosse Absorptionsfähigkeit besitzt, dass sie ihr 70faches Volumen Ammoniakgas in ihren Poren verdichtet! — Daher sind auch denn die hermetisch geschlossenen Filter so wichtig, da sie verhindern, dass gleich nach dem Ausdämpfen die Kohle sich wieder mit Ammoniak aus der damit geschwängerten Atmosphäre der Fabriken belade.

Ebenso wirkt auch die Kohle, die aus den Glühapparaten möglichst rasch in die Filter gebracht wird, besser als diejenige, die längere Zeit nach dem Glühen gelegen und dabei Zeit und Gelegenheit gehabt hat, sich mit allerhand Gasen zu schwängern.

Bedeutend vergrössert wird die Wirkung der Kohle durch ihren mehr oder weniger fein vertheilten Zustand. Wenn schon die Kohle überhaupt durch ihre Oberfläche wirken soll und angegeben wird, dass 1 Cubikzoll Kohle wenigstens 100 Quadratfuss Oberfläche hat, so ist einleuchtend, dass ihre Wirkung um so energischer sein muss, je grössere Oberfläche durch ihre Vertheilung blossgelegt wird. 5 Proc. Staub haben denselben Effect wie 20 Proc. gekörnte Kohle. Es ist daher rationell, die Kohle in so kleinen Körnern anzuwenden, als es nur praktisch zulässig ist. Man kann aber selbst in der Campagne, wenn man die gröbere Kohle nicht rasch brechen kann oder will, den Effect der Filtration leicht momentan verstärken, indem man ein wenig Staub zu der gekörnten Kohle in den Filtern mischt, jedoch so, dass die Arbeit dadurch nicht zu sehr verzögert wird.

Die Temperatur, bei welcher Kohle und Zuckerlösung mit einander in Berührung sind, ist insofern wichtig, als die Wirkung der Kohle in jeder Beziehung energischer ist bei höheren Temperaturen. Unter 60° R. sollte der Saft nicht aus dem Filter treten, auf welches er bei einer dem Siedepunkte nahen Temperatur gelangt. Die Filter sind deswegen auch gewöhnlich mit schlechten Wärmeleitern umgeben,

ja man hat sie wohl mit einer Dampfhülle umgeben, um sie so beständig warm zu erhalten.

Wenn die Qualität der Kohle aber von der grössten Wichtigkeit ist, so übt doch auch die Menge, in der sie angewendet wird, einen bedeutenden Einfluss. Einige praktische Versuche ergaben mir darüber folgende Resultate:

Gewicht der Kohle pr. 100 Theile Saft	Zuckergehalt des Saftes in 100 Theilen fester Substanz (Ventzke) Vor der Filtration	Zuckergehalt des Saftes in 100 Theilen fester Substanz (Ventzke) Nach der Filtration	Entfärbung	Alkalinität des Filtrates in Procenten derjenigen Menge, die vor der Filtration im Safte waren
10 Proc.	80	81,4	18	52 Proc.
20 „	80	81,8	22	60 „
30 „	80	82,9	32	57 „
40 „	80	84	38	46 „
50 „	80	84,6	66	43 „

Daraus erhellt auf das Augenscheinlichste, dass die Wirkung der Kohle mit ihrer Menge wächst, und der intelligente Zuckerfabrikant hat für seine localen Verhältnisse zu calculiren, ob es für ihn pecuniär vortheilhafter ist, mehr Zucker zu gewinnen, oder weniger Kohle anzuwenden.

Die Menge des gewinnbaren Krystallzuckers, der nach den Angaben der Polarisation in 100 festen Theilen in vielen Fällen (aber nicht in allen) zu gewinnen ist, dürfte aus folgender Zusammenstellung zu entnehmen sein.

Wenn in 100 Theilen fester Stoffe an Zucker enthalten sind	Werden erhalten an Rohzucker aus 100 Theilen Füllmasse trockner Substanz	und zwar im günstigsten Falle als erstes	als zweites
		Product in Procenten aus der Füllmasse	
81 Proc.	62 Proc.	53,4 Proc.	8,6 Proc.
82 „	64 „	55,1 „	8,9 „
83 „	66 „	56,9 „	9,1 „
84 „	68 „	58,3 „	9,7 „
85 „	70 „	61,2 „	9,8 „
86 „	72 „	62 „	10 „
87 „	74 „	63,6 „	10,4 „
88 „	76 „	65,4 „	10,6 „
89 „	78 „	67 „	11 „
90 „	80 „	68,8 „	11,2 „

Wenn also der Saft 84 Proc. in 100 festen Theilen anzeigte, so würden 68 Proc. Zucker aus 100 Theilen Füllmasse (ohne Wasser) zu erzielen sein und z. B. bei 11 Proc. Füllmasse (11 . 68 =) 7,48 Proc. Zucker gewinnbar machen, während ohne Filtration, wo der Saft (gewöhnlich bei guten Rüben) 80 Proc. Zucker in 100 festen Theilen enthält, nur 60 Proc. Zucker aus 100 Theilen Füllmasse praktisch gewinnbar wären, oder in diesem Falle (11 . 60 =) 6,61 Proc. Zucker zum Verkaufe kämen. Hierdurch ist auch zugleich möglich gemacht, den Vortheil der Filtration in Geld zu berechnen. Ob die 62 bis 80 Proc. Ausbeute aus 100 Theilen Füllmasse in zwei oder mehreren Producten gewonnen wird, ist für die Vortheile der Filtration eigentlich von keinem grossen Belange und nur eine Frage der Bearbeitung der Zuckermasse, wo dieselbe denn auch ausführlicher ventilirt werden wird. Es ist hier nur die günstigste Ausbeute in zwei Producten angenommen worden.

Nun könnte man aber dagegen vielleicht einwenden, dass die Anwendung einer grösseren Menge Kohlen auch den Verlust einer grösseren Menge Zucker bedingen würde, der von der Kohle zurückgehalten und wodurch der Gewinn an Krystallzucker einigermaassen paralysirt werden könnte. — Zur Erörterung dieser Frage stellte ich mehrere genaue Versuche an, die mir zeigten, dass der

procentische Gehalt einer Zuckerlösung beim Filtriren über Kohle nicht vermindert wird, oder mit anderen Worten, dass die Kohle aus den Säften den Zucker nicht absorbirt (wie es z. B. mit Salzen und organischen Verbindungen der Fall ist), und dass daher der Verlust bei der Filtration aller Wahrscheinlichkeit nach im mechanischen Zurückhalten eines Theiles der Lösung zu suchen sei. Dabei fand ich dann aber auch zu meinem Erstaunen, dass die Menge Zuckerlösung oder Saft (daher auch der Theil Zucker, der dieser Menge Lösung entspricht), die aus der Kohle mit den gewöhnlichen Mitteln nicht zu erhalten ist, keineswegs proportional ist der Menge der angewendeten Knochenkohle, sondern einzig und allein durch ein mehr oder weniger sorgfältiges „Aussüssen" des Filters bedingt ist.

Im Mittel von 30 Untersuchungen erhielt ich nämlich für 100 Theile Saft:

Bei Anwendung von Kohle in Proc. der Saftmenge	Direct abgelaufener Saft vom Filter ohne Süsswasser in Procenten der Saftmenge	Süsswasser erhalten und reducirt auf die Normaldichte des Saftes in Procenten der Saftmenge	Summe des erhaltenen Saftes in Procenten der Saftmenge
10 Proc.	89,9 Proc.	5,5 Proc.	95,4 Proc.
20 „	86,7 „	9,3 „	96 „
30 „	84 „	12,1 „	96,1 „
40 „	79,1 „	15,4 „	94,5 „
50 „	75,6 „	21 „	96,6 „

Aus dieser Tabelle dürfte erhellen, dass nur die direct in den Kohlen hängen bleibende Saftmenge proportional ist der Menge angewandter Knochenkohle, und dass die erzielte Saftmenge im Ganzen annähernd die gleiche sein kann, wenn viel Wasser zum Absüssen verwendet wird, ob nun 10 oder 50 Proc. Kohle angewendet werden. Immer scheinen circa 5 Proc. Saft verloren zu gehen, die einen dem entsprechenden Antheil Zucker mit in Verlust bringen. Es gingen demnach bei 10 Proc. Zuckergehalt des Saftes in 100 Thln. $\left(\frac{10 \cdot 5}{100} =\right)$ 0,5 Proc. Zucker in der Filtration verloren. Bei 14 Proc. aber $\left(\frac{14 \cdot 5}{100} =\right)$ 0,70 Proc. Zucker.

Nur wenn nicht sorgfältig abgesüsst wird, steigert sich der Zuckerverlust mit der Menge der angewendeten Kohle. So erhielt ich z. B. in anderen Versuchen, wo das Absüssen nicht sehr sorgfältig ausgeführt wurde, einen Verlust von 100 Theilen Saft

bei 20	Proc.	Kohle	=	6	Proc.	Saft
„ 30	„	„	=	8,5	„	„
„ 40	„	„	=	11	„	„

Nach diesem liegt der Schluss nahe, dass man wahrscheinlich durch Anwendung grösserer Mengen Kohle einen schlechteren Rübensaft bis zu demselben Grade veredeln kann, als einen besseren, von Natur reineren Saft durch geringere Mengen Kohle. Es folgte daraus, dass die Menge der verwendeten Knochenkohle mit der Qualität der zu verarbeitenden Säfte im umgekehrten Verhältnisse stehen müsste.

Michaëlis sagt (p. 252 der Vereinsschrift für Rübenindustrie, 39. Lieferung): „Wir haben gesehen, dass die Quantitäten der Proteïnsubstanzen in den Rübensäften sehr verschieden sind; daher bedarf es auch verschiedener Quantitäten Kalk bei der Scheidung, um gleich gute Resultate zu erlangen!“

Da nun aber auch die Mengen der Salze, der fremden schädlichen Substanzen überhaupt, in den Rübensäften sehr verschieden sind, so scheint mir, dass man obigen Satz, und in einem noch strengeren Sinne, auf die verschiedenen Mengen der erforderlichen Knochenkohle anwenden kann.

Gewöhnlich wendet man jetzt in den Fabriken leider eine mehr oder weniger bestimmte Menge Knochenkohle an ohne Rücksicht auf die Beschaffenheit der Säfte. Durch die in den meisten Fabriken stereotyp angewandten 20 Proc. Kohle wurden gute Säfte allerdings so weit gereinigt, dass sie eine vortheilhafte Ausbeute an Zucker gaben. In ungünstigen Jahrgängen dagegen wurden durch Anwendung von nur 20 Proc. schlechte Zuckerausbeuten erhalten.

Der rationelle Fabrikant wird daher die Mittel der Reinigung in dem Maasse vermehren oder vermindern, als die grössere oder geringere Reinheit der Säfte verlangt, so dass eine nahezu gleiche Qualität der Füllmasse unter allen Umständen erzielt wird, und der Erfolg der Fabrikation nicht mehr vom besseren oder schlechteren Rohstoffe abhängt.

Zwar mag dies nicht immer möglich sein, da die Säfte oft solche Stoffe enthalten, die durch Kohle nicht absorbirbar sind, und es kann

dies nur so weit verstanden werden, als die Kohle überhaupt die Möglichkeit der Reinigung oder Veredlung bietet. Einige Tropfen Galläpfeltinctur in eine Probe des filtrirten kalkfreien Saftes gegeben, weisen z. B. durch eine Trübung und einen Niederschlag nach, dass noch Proteïnsubstanzen darin vorhanden sind, dass mithin die Fabrikation den Zweck einer höchst möglichen Reinigung der Säfte (von organischen Stoffen) nicht erfüllte. Sind ferner mehr als 0,10 bis 0,16 soviel Alkalien, als Kalk im Kalkwasser enthalten ist, im fertig filtrirten Dicksafte; so zeigt dies ebenfalls, dass die Filtration nicht den höchsten Punkt der Veredlung (hier in Entfernung der Alkalien) erreicht hatte.

Nun hört man aber oft klagen, dass dadurch die Kosten der Filtration erhöht würden, — allerdings; aber auch die Ausbeute wird gesteigert. — Wir haben oben ein Beispiel angeführt, wonach ohne Filtration besten Falls 6,6 Proc. Zucker gewonnen würden, während nach Anwendung von 40 Proc. Kohle 7,48 Proc. Zucker resultirten.

Daher ist auch die rohe Meinung, als brauche man, um nur Rohzucker zu machen, nicht so sorgfältig zu filtriren als zur Gewinnung von Saftmelis, irrig. Denn „nicht so sorgfältig filtriren" ist gleichbedeutend mit: „nicht so viel Krystallzucker gewinnen".

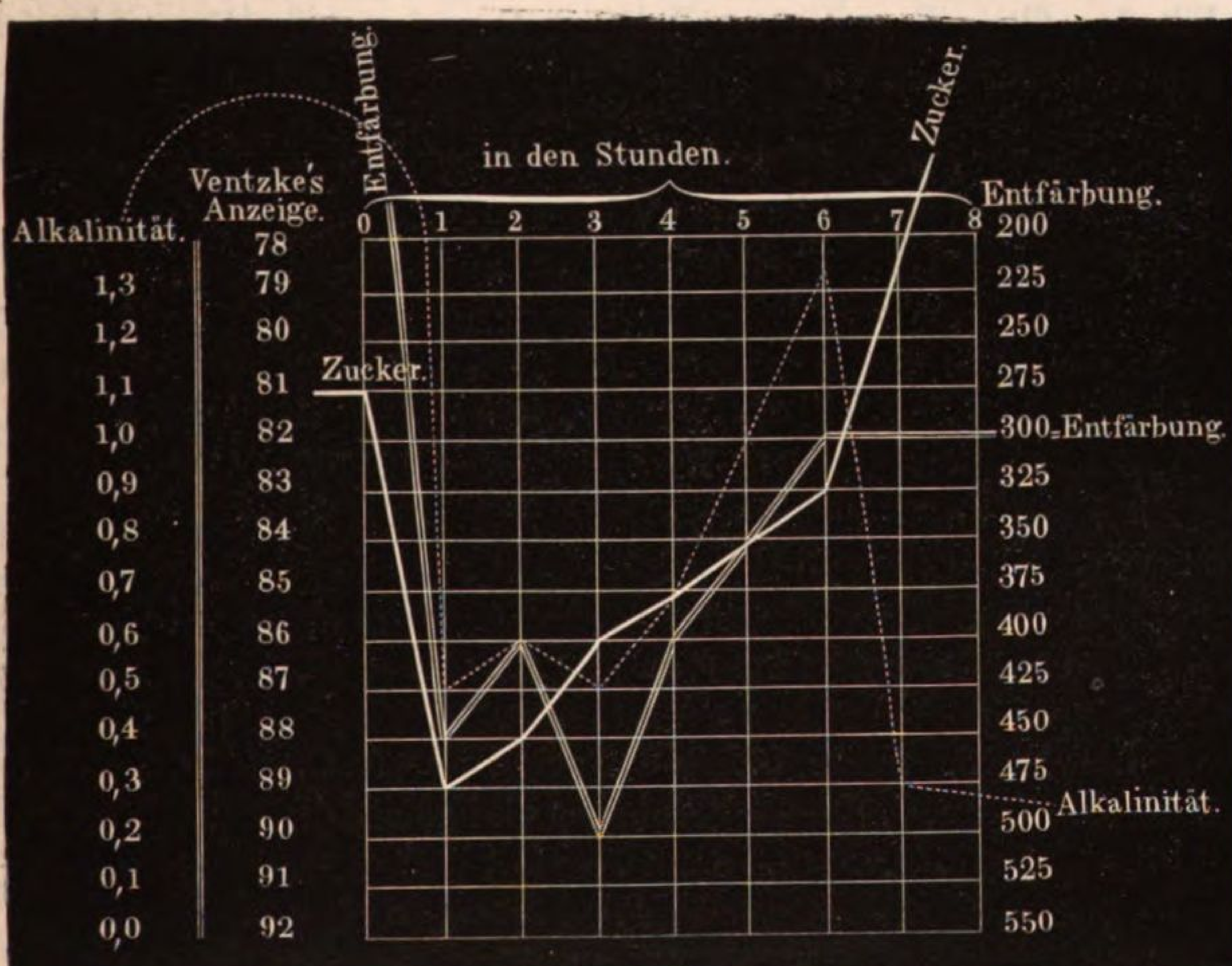
Einen weiteren Beleg dafür, dass eine grössere Quantität Kohle einen reineren Saft, und in Folge dessen mehr Krystallzucker giebt, bietet der Gang jedes Filters.

Der Filter mit einem bestimmten Inhalte wirkt zu Anfang auf wenig Saft, und erst mit der Zeit wird die Menge des Saftes grösser. Die gleiche Menge Saft kommt daher zu Anfang mit einer grösseren Menge von gleichzeitig besserer Kohle in Berührung, und das Resultat ist ein solches, wie es bei Anwendung ebenso grosser Mengen Kohle derselben Qualität in dem Fabrikbetriebe zu erzielen wäre.

Der Gang eines Filters, von Stunde zu Stunde controlirt, ergab folgende Zahlen:

Dicksaft	Ventzke's Anzeige % Zucker in 100 fest. Thln.	Entfärbung	Alkalinität so viel als im Kalkwas.
in der 1. Stunde	= 89 . . .	450 . .	0,50
„ „ 2. „	= 88 . . .	400 . .	0,66
Dünnsaft			
in der 3. Stunde (25 % Bg.)	= 86 . . .	500 . .	0,50
„ „ 4. „ (22 % Bg.)	= 85,5 . . .	400 . .	0,66
„ „ 5. „ (15 % Bg.)	= 84 . . .	350 . .	1,00
„ „ 6. „ (15 % Bg.)	= 83 . . .	300 . .	1,33
Süsswasser (5,1 % Bg.)	= 78 . . .		0,30
(4 % Bg.)	= 72 . . .		0,25.

Bringt man diese Zahlen der Filtration in eine graphische Darstellung, so würde sich dieselbe folgendermaassen ausnehmen:



Die einfachen Linien bedeuten darin den Zuckergehalt in 100 festen Theilen oder die Reinheit des Saftes nach dem Polarimeter (**Ventzke's** Anzeige) ermittelt; die doppelte Linie versinnlicht die Entfärbung; die punktirte Linie die Alkalinität der Säfte, Kalkwasser gleich 1,0 gesetzt.

Aus solchen Beobachtungen ersieht man klar die Wirkung der Kohle und hat es durch Unterbrechung der Filtration nach 3, 4 oder mehr Stunden in seiner Gewalt, eine bessere oder schlechtere Füllmasse zu erzielen. Beabsichtigte man z. B. in dem hier angeregten Falle, den Gehalt an Zucker in 100 festen Theilen nie unter 86 Proc. sinken zu lassen, so müsste man nach 3 Stunden einen neuen Filter anhängen. Mittelst des Polarimeters und der Ventzke'schen Anzeige kann der fleissig beobachtende Fabrikant daher eine den jedesmaligen Umständen angemessene Qualität der Füllmasse erzielen, während er ohne Beihülfe dieses bis jetzt einzig praktischen Hülfsmittels im Finstern umhertappt.

Das eben angeführte Beispiel ist einer Filtration entnommen, bei der Dünnsaft nach dem Dicksaft filtrirt wurde. Die Frage, ob es vortheilhafter auf diese Weise, oder den Dünnsaft direct über einen neuen Filter zu filtriren, versuchte ich durch Experimente zu lösen, die folgende Zahlen ergaben:

Dünnsaft direct über einen Filter	Ventzke's Anzeige	Entfärbung	Alkalinität	Dichte
in der 1. Stunde	90 Proc.	1000	0,33	12,6 Proc. Bg.
„ „ 2. „	88 „	1000	0,33	14,8 „ „
„ „ 3. „	87 „	800	0,33	17 „ „
„ „ 4. „	85 „	500	0,66	21 „ „
„ „ 5. „	84,5 „	400	1,00	20,6 „ „
Durchschnitt	86,9 Proc.	740	0,53	17,2 Proc. Bg.

Gleichzeitig wurde Dünnsaft nach Dicksaft über einen anderen Filter von $^1/_4$ zu $^1/_4$ Stunde gesammelt und gefunden

im Durchschnitte	85 Proc.	400	0,88	17 Proc. Bg.

also ein bedeutend schlechteres Resultat.

Spätere Versuche ergaben die hier folgenden Resultate:

Stunde	A. Dünnsaft hinter Dicksaft — Ventzke's Anzeige bei 1,100 specif. Gew. — vor der Filtration	A. — nach der Filtration	A. — Differenz	B. Dünnsaft direct üb. einen frisch. Filter — Ventzke's Anzeige bei 1,100 specif. Gew. — vor der Filtration	B. — nach der Filtration	B. — Differenz
	Dicksaft					
1.	81,95 Proc.	87 Proc.	5,05	79,2 Proc.	82,5	3,3
2.	82,5 „	86,25 „	3,75	79,75 „	36	6,25
3.	82,7 „	86 „	3,25	79,7 „	85	4,2
4.	82 „	85 „	3	79,5 „	83,5	4
	Dünnsaft					
5.	80,3 „	82 „	1,7	77 „	80	3
6.	79,75 „	81 „	1,25	76 „	79	3
7.	80,3 „	82 „	1,7			
8.	79,75 „	80,3 „	0,25			

Beide Versuche ergeben ein besseres Resultat, wenn der Dünnsaft sofort über einen besonderen Filter geht, und bestätigen somit die von Michaëlis beobachtete Erscheinung, dass eine solche Filtration die praktisch besten Resultate liefert.

Es ist ein solches Ergebniss auch theoretisch erklärlich. Aus der sehr geringen Reinheit des Süsswassers im obigen Beispiele von 78 bis 72 Proc. Zucker in 100 festen Theilen erhellt, dass Flüssigkeiten von geringerer Dichte aus der Knochenkohle einen Theil der fremden Stoffe, die diese absorbirt hatte, wieder auflösen, wodurch das Süsswasser selbst immer unreiner wurde als der Saft vor der Filtration, der 81 Proc. Zucker in 100 festen Theilen hatte. Eben so dürfte nun der Dünnsaft, wenn er nach Dicksaft filtrirt wird, einen Theil jener Stoffe, die der Dicksaft an die Kohle abgegeben, wieder aufnehmen, und das Ziel einer möglichst raschen, energischen Reinigung der Säfte würde dadurch nicht erreicht.

Auch scheint die Wirkung der Kohle auf die dünnen Säfte weit energischer zu sein als auf die concentrirten, sei es nun, dass die geringe Dichte der Lösung die Ursache davon ist, oder dass die fremden Stoffe in dünnen Säften noch in einem anderen (leichter absorbirbaren) Zustande vorhanden sind als in concentrirten Lösungen.

Eine sofortige Filtration des Dünnsaftes liefert also einen krystallisationsfähigeren Saft als im anderen Falle. Indessen kann auch das Absüssen der Dicksaftfilter von 50 Proc. bis 15 Proc. in diesem Falle leicht ohne Kosten bewerkstelligt werden, wenn man über den abzusüssenden Filter den dünnen Saft einer Scheidepfanne laufen lässt und denselben dann zurückführt, sodass er nochmals über die Dünnsaftfilter filtrirt wird.

Wenn wir in Obigem die Reinigung der Säfte in der Gesammtheit verfolgten, so erfuhren wir dadurch, wieviel an organischen und anorganischen Substanzen im Ganzen aus dem zu filtrirenden Safte entfernt wurde. Obschon dies für den praktischen, rationellen Fabrikanten genügend erscheint, so wäre es doch interessant, auch die Abnahme der Salze einestheils und die der organischen Stoffe anderentheils beziffern zu können; leider sind Versuche darüber in den verschiedenen Stunden der Filtration nicht gemacht worden. Nur wenige Untersuchungen bieten einigen Anhalt. So z. B. hatten Dünnsäfte

vor der Filtration =	0,329 Proc.	und 0,323 Proc.	Aschenrückstand	
und nach derselben =	0,225 „	und 0,252 „	„	
Die Differenz von	0,104 Proc.	und 0,071 Proc.	Aschenrückstand	

ist daher von der Kohle absorbirt worden.

Dr. Flammer führt an, dass der Salzgehalt der Dünnsäfte zu Anfang der Filtration und zu Ende derselben

	von 0,65	von 0,65
	auf 0,38	auf 0,48 vermindert wäre,
die Differenz von	0,27	und 0,17 daher die Menge der ab-

sorbirten Salze angäbe, die demnach zu Anfang der Filtration 42 Proc. und zu Ende derselben 26 Proc. der ursprünglich vorhandenen Menge betrüge, was ebenfalls die Anwendung grösserer Menge Knochenkohle rathsam erscheinen lässt, um die so schädlich wirkenden Salze der Rübensäfte etwas zu vermindern.

Den Salzgehalt des Dicksaftes giebt er zu 2,77 Proc. an,
der durch die Filtration vermindert wurde zu 1,26 „
in der 1. Stunde der Filtration, in der 1,51 Proc. Salze oder

55 Proc. der Menge absorbirt wären, was mir sehr viel erscheint, wenn nicht Kalk die grösste Menge der sogenannten Salze ausgemacht hätte.

In der 6. Stunde der Filtration des Dicksaftes wären jedoch

von 2,77 Proc.
noch 2,29 „ gefunden,
wonach nur 0,48 Proc. oder 17 Proc.
der ganzen Salzmenge absorbirt wären!

Die vorhergehenden Daten sprechen hauptsächlich von der einfachen Filtration, um die Wirkung der Kohle in den verschiedenen Zeiten besser verfolgen zu können; wenn man aber den filtrirten Saft z. B. in der 3. Stunde übersteigen lässt, so ist klar, dass er auf dem neuen Filter wieder so oder noch besser gereinigt wird, wie auf dem 1., und da derselbe Filter gleichsam als Vorfilter seine geringer reinigende Wirkung in der 4., 5. und 6. Stunde doch noch fortsetzt, so erhellt daraus, dass man auf der einen Seite Saft von der Reinheit und Güte der 1., 2. und 3. Stunde erhält, und andererseits durch Anwendung von drei Filtern den letzten Filter noch in der 7., 8. und 9 Stunde gehen lassen, also seine Wirkung vollständiger als sonst ausnutzen kann, indem bei einfacher Filtration die Reinigung der Säfte in der letzten Periode nicht mehr so gross ist, dass ihre Anwendung vortheilhaft erscheint.

Praktische Versuche über die Vortheile, die man durch Uebersteigen von einem Filter zum anderen erlangt, ergaben mir unter sonst gleichen Bedingungen, d. h. bei gleichen Mengen Kohle und Saft, bei gleicher Zeitdauer und Temperatur, dass der Saft über zwei Filter (in jedem die Hälfte der Kohle)

	Ventzke'sche Anzeige	Entfärbung	Alkalinität
gereinigt war bis	84,7 Proc.	256	0,80
während die Filtration in einem Gefässe desselben Inhalts ergab	84,4 „	166	0,85

Die Vortheile sind also entschieden auf Seite des Uebersteigens oder der doppelten Filtration, wobei die Kohle insofern besser zur Wirkung kommt, als sie aus den Rübensäften eine Menge sehr verschiedenartiger fremder Substanzen aufnimmt, zu denen sie verschiedene Anziehungskraft zu besitzen scheint, und daher gewisse Substanzen nicht mehr aufnimmt, wenn sie mit anderen bereits beladen ist. Es gehören also neue, von den vorigen getrennte Mengen Kohle dazu, um auch diese schwerer abzuscheidenden Substanzen zu absorbiren, welchem Umstande bei der Theilung der Kohle in mehreren kleinen Filtern am besten Rechnung getragen wird.

Der Gang eines Filters wird in den Fabriken nach der Stunde oder per Scheidepfanne regulirt. Das Letztere scheint mir rationeller zu sein, da der Inhalt jedes Scheidekessels bekannt ist, und dadurch die Kohle im Filter auf eine bestimmte und stets gleiche Menge Saft zu wirken hat. Die Arbeiter können bei der bestimmten Abtheilung von jedem Scheidekessel einer solchen Vorschrift auch ganz leicht nachkommen, während, wenn nur die Zeit zur Richtschnur genommen wird, ein Filter mehr oder weniger Saft als der andere erhalten kann.

Die Schnelligkeit des Laufes eines Filters wird bei bestimmter angemessener Grösse desselben sehr leicht regulirt, da gerade so viel abfliessen muss als aufläuft. Ventile, mit genauer Scala versehen, gestatten leicht, den Ausfluss zu reguliren, sodass der Saft stets gleichmässig fliesst. Die Regelmässigkeit und Bestimmtheit der Arbeit wird dadurch sehr befördert.

Nachdem nun ein Filter so lange gewirkt hat, als es der Fabrikant für gut fand, wird er „abgesüsst", d. h. man verdrängt die in den Poren der Kohle zurückgehaltene Zuckerlösung durch Wasser. — Man lässt also die Flüssigkeit erst ein wenig abfliessen und schickt dann Wasser hinterher, welches wegen seiner geringeren Dichte über der schwereren Saftlösung bleibt, und aus den Schichten der Kohle, die eben noch voll Saft waren, den zurückgebliebenen Saft aufnimmt. Es resultirt daher eine mehr und mehr verdünnte Zuckerlösung, die als „Süsswasser" austritt und so lange wieder zum Eindicken verwendet wird, als der Zuckergehalt noch rentabel erscheinen lässt. Man bedient sich gewöhnlich der Spindeln, um das heisse Süsswasser auf den Zuckergehalt zu prüfen; indessen zeigt dasselbe im heissen Zustande 0 Grad, während es abgekühlt bis 15 Grad R., oft 1,5 bis 2 Proc. Brix zeigt.

Auch der Geschmack, der immerhin empfindlicher ist als die Spindeln unter solchen Bedingungen, bietet kein deutliches Erkennungszeichen über die Abwesenheit von Zucker in diesen sehr unreinen Lösungen, da viele Salze den süssen Geschmack verdecken. Ich überzeugte mich, dass in Süsswässern, die nicht mehr süss schmecken, oft noch 1 Proc. Zucker und mehr enthalten war. Will man sich also vor Zuckerverlust durch zu frühes Einstellen des Absüssens schützen, so bleibt auch hier nichts Anderes übrig, als sich des einzigen, zuverlässigen Instrumentes zu bedienen, das wir besitzen, nämlich des Polarimeters, das mit Genauigkeit angiebt, ob und wieviel Zucker noch im Süsswasser enthalten ist. Oft, wenn das Absüssen zu rasch betrieben wurde, kann man durch Stehenlassen des Wassers auf dem Filter

und bei nachheriger Untersuchung eine vermehrte Zuckermenge finden, was ein langsames Absüssen rathsam erscheinen lässt.

Es ist auch vorgeschlagen worden, auf das Filter nur ein wenig Wasser zu geben und mittelst Dampf abzutreiben, dann aber alle Hähne zu schliessen, damit sich der Dampf condensire und dadurch eine Luftleere entstehe, um die in der Kohle zurückgehaltenen Safttheile vollständiger zu entziehen. Diese Luftleere könnte man ja aber durch eine Pumpe rascher und vollständiger hervorbringen. Der Dampf aber ist eine nicht zu verachtende Beihülfe beim Absüssen, da er nicht nur weniger Wasser zu verdampfen giebt, sondern auch die Kohle in einem heissen Zustande zur Säuerung oder Gährung gelangen lässt.

Eine andere Frage aber ist die, ob denn auch die Kosten der Gewinnung des letzten Süsswassers sich bezahlt machen? Wenn in 100 Pfund Süsswasser z. B. 2 Pfd. Zucker sind, so sind diese werth à 3 Sgr. = 6 Sgr., dagegen nimmt die Verdampfung von 98 Pfd. Wasser circa 16 Pfd. Steinkohle in Anspruch, die (je nach der Localität) à 1,8 Pf. kosten = 2 Sgr. 4,8 Pf.; obgleich dies immerhin vortheilhaft erscheinen dürfte, so ist doch das Süsswasser von $^1/_2$ Proc. Zucker höchstens 1 Sgr. 6 Pf. werth, oder weniger als die Kosten in diesem Falle betragen.

Nur wenn es eine sehr billige oder kostenlose Verdampfungsmethode gäbe, würde es sich lohnen, den Filter selbst mit grossen Mengen Wasser vollständig auszusüssen. Der Vorschlag, mit dem Süsswasser die Kohle wieder zu beleben, indem der darin enthaltene Zucker in Essig- oder Milchsäure übergeht, die den in der Kohle befindlichen Kalk sättigt und entfernen lässt, scheint mir insofern unpraktisch zu sein, als der Kohle mit dem Süsswasser unstreitig ein grosser Theil der „fremden Stoffe“ wieder zugeführt wird, die sie absorbirt hatte, und von denen sie zu befreien der Zweck der Wiederbelebung ist.

Dagegen scheint es mir rationell, die Süsswässer, deren Qualität stets schlechter ist, gesondert zu verarbeiten, und sie nicht zu mischen mit den besseren Producten, die dadurch nur verschlechtert werden.

Die Menge des Süsswassers, welches man in Summa bei verschiedenen Mengen Kohle erhält, stellte sich nach Versuchen im Kleinen folgendermaassen:

In Procenten der filtrirten Saftmenge			
bei Anwendung von Knochenkohle	Saft ursprünglicher Dichte im Süsswasser enthalten	Süsswasser in Wirklichkeit erhalten	Bleibt daher zu verdampfen Wasser
10 Proc.	5,6 Proc.	37 Proc.	31,4 Proc.
20 „	9,16 „	91,8 „	82,64 „
30 „	12,1 „	98,5 „	86,4 „
40 „	15,3 „	106,4 „	91,1 „
50 „	21,4 „	121,6 „	100,2 „

Jedoch sind diese Wassermengen, die nur ein möglichst vollständiges Absüssen bewirken sollten, für die Praxis zu gross.

Im praktischen Betriebe der Fabrik kommt gewöhnlich das doppelte Gewicht der Kohle als Wasser zum Süsswasser, und die Fabrik bedarf daher wenigstens des dreifachen Gewichtes der Kohle an Wasser zum Absüssen.

Bei 20 Proc. Kohle daher gehen nur 40 Proc. Wasser mit ins Absüsswasser und 60 Proc. werden im Ganzen dazu verbraucht.

Der geringeren Reinheit und stärkeren Alkalinität des Süsswassers ist schon oben erwähnt worden. Wenn man das Süsswasser eindickt oder die Alkalinität auf die ursprüngliche Dichte des Saftes berechnet, so enthält dasselbe circa dreimal so viel Alkalinität als der Saft. Eben so sind die organischen Stoffe im Süsswasser bedeutend stärker vertreten als im Safte, weshalb dasselbe auch sehr leicht in saure Gährung geräth. Das Wasser scheint also bei seinem Durchgange durch die Kohle viele jener fremden Stoffe abzuwaschen, die die Kohle aus den Säften absorbirt hatte.

Auch Michaëlis führt Bd. V. der Zeitschrift für Rübenzuckerindustrie p. 258 die Erscheinung an, dass einige der Substanzen, die die Knochenkohle aus dem Rübensafte aufgenommen, mehr oder weniger leicht aus der Kohle durch Waschen entfernt werden können, und dass mit dem Aussüssen der Filter auch die Hinwegnahme der Proteïnsubstanzen, veränderter schwarz werdender Substanz, Extractivstoff, Rübensäure in Verbindung mit Kalk und Alkalien aus der Kohle beginnt.

Je länger man daher die Kohle mit gutem reinen Wasser im Filter gleich auswäscht, desto mehr dieser Stoffe werden auf diesem einfachen

Wege entfernt und brauchen daher nicht erst mit Opfern an Material, Zeit und Arbeit bei der Wiederbelebung fortgeschafft zu werden.

Ein mechanisches Vertheilen der Kohle beim Waschen, wie z. B. in einer Waschmaschine, befördert die Fortnahme aller jener Stoffe; aber es ist anderentheils auch nicht möglich, die Kohle ohne Verlust von 1 bis 1,5 Proc. zu waschen.

Bei jedem Waschen der Kohle ist die Reinheit des Wassers in Betracht zu ziehen, und das Auswaschen der Kohle im Filter selbst ist erst dann als beendet anzusehen, wenn das aus dem Filter ablaufende Wasser nicht mehr Rückstand hinterlässt, als das zum Auswaschen verwendete Wasser.

Die Kohle wird nach der Benutzung aus den Filtern zur Wiederbelebung gebracht, und obschon dieser Vorgang in einem besonderen Capitel besprochen werden wird, so dürfte es doch hier am Platze sein, die Möglichkeit zu besprechen, die Kohle selbst in den Filtern wieder zu beleben; dies scheint mir namentlich dann möglich und praktisch durchführbar zu sein, wenn die dünnen Säfte vor der Filtration von dem grössten Theile ihres Gehaltes an Proteïnsubstanzen befreit werden, was, wie wir später beleuchten wollen, vielleicht zu erreichen ist. Dann bliebe nur die Aufgabe, den Kalk und die Alkalien, welche die Kohle absorbirte, wieder aus ihr zu entfernen. Die Salzsäure (Essigsäure etc.) bietet dazu ein einfaches Mittel, indem man sie in dem Filter selbst über die Kohle laufen liesse. Die Kohle im Filter belegt sich bekanntlich in ihren obersten Schichten zuerst und am meisten mit Kalk. Schatten wies nach, dass die Kohle in den oberen Schichten eines Filters dreimal so viel Kalk enthalte als in den unteren. Was wäre nun einfacher, als die verdünnte Salzsäure auf diese Lage der Kohle im Filter zu schicken, damit sie gleich mit dem meisten Kalke in Berührung komme und ihn in dem Maasse neutralisire, als er sich dort abgelagert? Dadurch würde die Kohle nicht oder doch weniger leiden als jetzt, und man hätte ausserdem nicht nöthig, die Kohle zu diesem Behufe in besondere Gefässe zu transportiren. Die Nothwendigkeit, die Filter aus einem der Säure widerstehenden Materiale (glasirten Thonwaaren etc.) anzufertigen, kann der Ausführung dieser Idee keine Hindernisse in den Weg legen, da die Ersparniss an Betriebskosten die Mehrkosten der Anlage bald aufwiegen würde. — Nach einigen Stunden bei hoher Temperatur könnte das Säurewasser abgelassen und eine drei- oder mehrmalige Waschung im Filter mit heissem, womöglich destillirtem Wasser vor-

genommen werden, worauf eine Erhitzung mittelst Dampf von höherer Temperatur vielleicht genügen würde, den unbedeutenden Antheil der organischen Substanzen zu zerstören.

Aber auch der kohlensauren Alkalien oder der ätzenden Laugen könnte man sich zur Entfernung der organischen Stoffe gleich im Filter nach dem Aussüssen bedienen, und dann erst durch Salzsäure die ganze Menge des Kalkes und der Alkalien entfernen, wie oben bemerkt.

Ehe wir jedoch dies Capitel der Filtration schliessen, wollen wir die Kosten derselben per 1000 Ctr. Rüben Verarbeitung pro Tag und 120 Arbeitstagen zu beziffern suchen. Die Filtration erfordert per Schichte 1,5 Schichten, oder in 24 Stunden 3 Schichten, in 120 Tagen daher = 360 Schichten à $^1/_3$ Thlr. = 120 Thlr.

100 Pfd. Knochenkohle wiederzubeleben und in den Filter zu füllen kosten 4 Sgr. 3 Pf. bis 5 Sgr., wie wir beim Artikel der Wiederbelebung sehen werden. Nehmen wir hier $4^1/_2$ Sgr. an, so erfordern (20 Proc. von 120,000 Ctr. Rüben =) 24,000 Ctr. Kohle = 3600 „

Summa 3720 Thlr.

und da bei 90 Proc. Saft = 108,000 Ctr. Saft gewonnen sind, so kostet 1 Ctr. Saft zu filtriren 1 Sgr. 0,4 Pf. Dazu kämen aber noch die Verdampfungskosten der Süsswässer, die 48,000 Ctr. Wasser betrügen, und 8000 Ctr. Steinkohle zur Verdampfung erforderten im Werthe von circa 4000 Thlr., oder per 1 Ctr. Saft = 1 Sgr. 1,3 Pf., wonach die Kosten in Summa sich belaufen auf 2 Sgr. 1,7 Pf. Hätte man nun damit den Saft von 80 bis 84 Proc. Zucker in 100 festen Theilen veredelt, so wäre die Ausbeute von 60 bis 68 Proc. Zucker aus 100 Füllmasse gesteigert, und da aus 100 Saft circa 11 Theile Füllmasse erzielt werden, so ergäbe sich die Ausbeute des filtrirten Saftes

auf (11 . 68 =) 7,48 Proc.

und die des unfiltrirten auf (11 . 60 =) 6,6 „

Es wären daher = 0,88 Proc. Zucker

als der Nettoertrag der Filtration zu betrachten, die, wenn 1 Pfd. 3 Sgr. kostete, 2,64 Sgr. betragen würden.

Es ist hierbei nur zu bemerken, dass die Schönheit des filtrirten Productes nicht in Anschlag gebracht ist, dass ferner die Grundlage der Berechnung der Ausbeute nach der Polarimeteranzeige insofern keine ganz genaue ist, als dabei nur auf die Summe der fremden Stoffe

im Safte, nicht aber auf die Beschaffenheit derselben hat Rücksicht genommen werden können und daher das Beziffern dieses Postens sehr schwierig wird.

Jedenfalls erhellt aber daraus, dass bei einer schlechten Beschaffenheit der Kohle, welche den hier supponirten Effect von 8 Proc. höherer Ausbeute aus 100 Füllmasse nicht giebt, deren Anwendung in der Fabrikation mit pecuniärem Vortheil umsoweniger verbunden ist, als auch bei schlechter Kohle 5 Proc. Saftantheile verloren gehen, was in obiger Berechnung nicht einmal in Anschlag gebracht ist.

Diese Betrachtungen drängen bestimmt darauf hin, nur Kohle von der besten Qualität anzuwenden. In der Anwendung einer solchen Kohle liegt der alleinige Vortheil der Filtration.

Die Verdampfung der Säfte.

Die geschiedenen und filtrirten oder überhaupt gereinigten Rübensäfte müssen nun noch von ihrem grossen Wassergehalte befreit werden, um dadurch zur Krystallisation zu gelangen.

Diese Operation wird in der Praxis in zwei verschiedenen Perioden vollführt, nämlich 1) durch Eindickung des dünnen Saftes bis zur Hälfte seines ursprünglichen Volumen oder 50 Proc. der Spindelanzeige — der sogenannten Verdampfung, und 2) durch Concentriren dieses eingedickten (oder Dick-) Saftes bis zum Krystallisationspunkte — dem sogenannten Kochen. Wir werden in diesem Capitel nur die Verdampfung oder Eindickung des Saftes bis 40 oder 50 Proc. der Spindelanzeige und das Kochen in einem besonderen späteren Abschnitte betrachten.

Die sogenannte Verdampfung hat den Zweck, die Dünnsäfte so rasch als möglich in Dicksäfte zu verwandeln. — Die Menge des dabei zu verdampfenden Wassers variirt je nach dem mehr oder weniger concentrirten Zustande des rohen Rübensaftes, und der grösseren oder geringeren Wassermenge, die man bei der Saftgewinnung zusetzt. Sie ist selbst im günstigsten Falle, wo Rübensäfte von (8^0 Bé.) = 14,4 Proc. Bg. ohne Wasserzusatz auf der Reibe etc. verarbeitet werden, bedeutend und ihre Verdampfung verursacht sehr grosse Kosten.

1000 Centner Rüben z. B. à 90 Proc. Saft geben 900 Centner Saft (8^0 Bé.) = 14,4 Proc. Bg. oder nach der Scheidung = 13 Proc. Bg., in denen nach der Proportion:

$$100 : 13 = 90{,}000 : x,$$

$$\text{woraus } x = \frac{90{,}000 \,.\, 13}{100} = 11{,}700 \text{ Trockensubstanz sind}$$

(die geringeren Differenzen der Spindel unberücksichtigt gelassen).

Die Menge des auf 50 Proc. Bx. eingedickten Saftes aus den obigen Rüben- resp. Saftquantums ergiebt sich sehr leicht nach der Proportion:

$$50 : 100 = 11{,}700 : x.$$

$$\text{woraus } x = \frac{11{,}700 \,.\, 100}{50} = 23{,}400 \text{ Pfd. Saft à 50 Proc. Bx.}$$

Die verdampfte Wassermenge in diesem Falle betrüge daher:

90,000 Pfd. Saft à 14,4 Proc. Bg.
— 23,400 „ Dicksaft à 50 Proc. Bg.

66,600 Pfd. Wasser per Tag.

$$\text{oder per Stunde } \frac{66{,}600}{24} = 2775 \text{ Pfd.}$$

Für 100 Pfund Dünnsaft à 8^0 Bé. berechnet, so werden dieselben nach der Formel 50 : 100 = 13 : x, woraus $x = \frac{13 \,.\, 100}{50}$ zu 26 Pfd. Dicksaft à 50 Proc. Bx. bei der Verdampfung concentrirt und (nach der Proportion 90 : 100 = 13 : x) zu 14,4 Pfd. krystallisationsfähigen Saftes (sogenannten Füllmasse), die wir bei den hier supponirten Dichtigkeiten wirklich erhalten würden, wenn wir in der Praxis keine Verluste im Schaum, durch die Kohle der Filter etc. erlitten, wodurch diese theoretisch berechnete Ausbeute mehr oder weniger vermindert wird.

Aus 100 Pfd. Dünnsaft würden also erhalten
26 „ Dicksaft; und es müssten

74 Pfd. Wasser bis dahin verdampft werden.

Wenn aber 100 Pfund Dünnsaft 74 Pfd. Wasser verlieren, so verlieren 90,000 Pfd. auch 66,600 Pfd., wie oben angegeben. — Dem Gewichte nach müsste demnach der Saft bis 50 Proc. Bx. nahezu auf $^1/_4$ eingedickt, also $^3/_4$ seines Gewichtes an Wasser verdampft werden. — Beim Kochen müssen später noch 45 Proc. des im Dicksafte enthaltenen

Wassers verdampft werden und nur 55 Proc. des Dicksaftes oder etwas mehr als die Hälfte desselben als Zuckermasse zurückbleiben.

100 Pfd.	Saft	à 13 Proc.	Bg. betragen dem Volumen nach	41,5 Quart
26 „	„	à 50 „	„ „ „ „ „	9,2 „
14,4 „	„	à 90 „	„ „ „ „ „	4,2 „

Der Saft wird also dem Volumen nach

beim Verdampfen auf $^1/_{4,5}$ eingedickt,

und beim Kochen auf $^1/_{2,2}$ „

in Summa auf $^1/_{9,9}$ seines Volumens oder in runder Zahl auf $^1/_{10}$.

Die Dichtigkeiten oder Spindelanzeigen sind hier, ebenso wie die Trockenmaasse der Füllmassen mit 90 Proc. Gehalt bei der Normaltemperatur verstanden, was wohl zu berücksichtigen ist, da die im heissen Zustande gewogenen Säfte eine viel geringere Dichtigkeit besitzen.

Zwar kommen mitunter weit verdünntere Säfte zur Verdampfung; aber wir haben die mehr aufgewendeten Wassermengen schon bei der Saftgewinnung berechnet und die Eindickung des Süsswassers auf Rechnung der Filtration gesetzt; wonach uns hier nur die Verdampfung des Saftes zu betrachten bleibt und jene besonderen Wassermengen nur dann noch zu berücksichtigen sind, wenn die Grösse der erforderlichen Apparate berechnet werden soll.

Die Verdampfung wird in den Fabriken meistentheils durch Dampf bewerkstelligt; während sie früher allgemein durch directes Feuer bewirkt wurde. Man bediente sich dazu der in den Figuren 119 und 120 abgebildeten Abdampfpfannen.

B ist der Feuerraum mit den Rosten *b*, *C* der Aschenfall, und für stark schlackendes Brennmaterial ein Schlackenabzug *c*.

e, *e* sind Oeffnungen in einem über den Feuerraum *B* gespannten feuerfesten Gewölbe, durch welche die Feuerluft vertheilt wird und so ohne Stichflamme (die sonst den Boden der Pfanne *D* rasch angreifen und leicht ein Anbrennen der Zuckerlösung darin veranlassen würde) in den Heizraum *A* unter der Pfanne *D* gelangt, von wo sie durch die Canäle *f f* in den Schornstein *E* entweicht.

Der Canal *h* dient zum Ausleeren der Asche. Die Canäle *l l* dienen zum Einlassen von kalter Luft in den Raum *A* in der Zeit, wo die eingedickte Zuckerlösung aus der Pfanne *D* abgelassen wird. Durch dieses Einströmen von kalter Luft wird das Zuströmen der Luft zum Feuer in *B* so lange unterbrochen, durch Schliessen der Thüren bei

l aber sogleich wieder hergestellt, wenn die Pfanne von Neuem gefüllt ist.

Fig. 119.

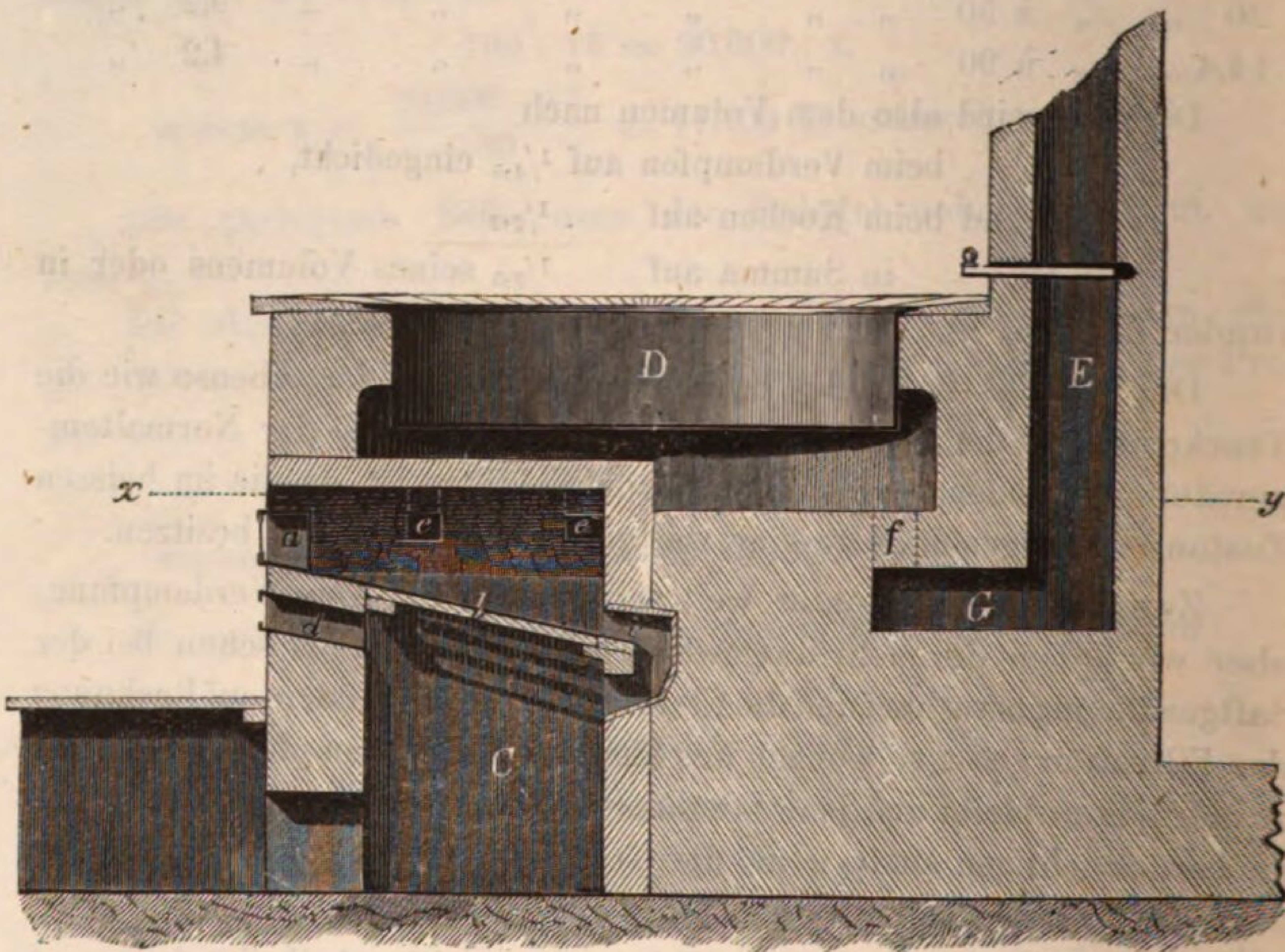
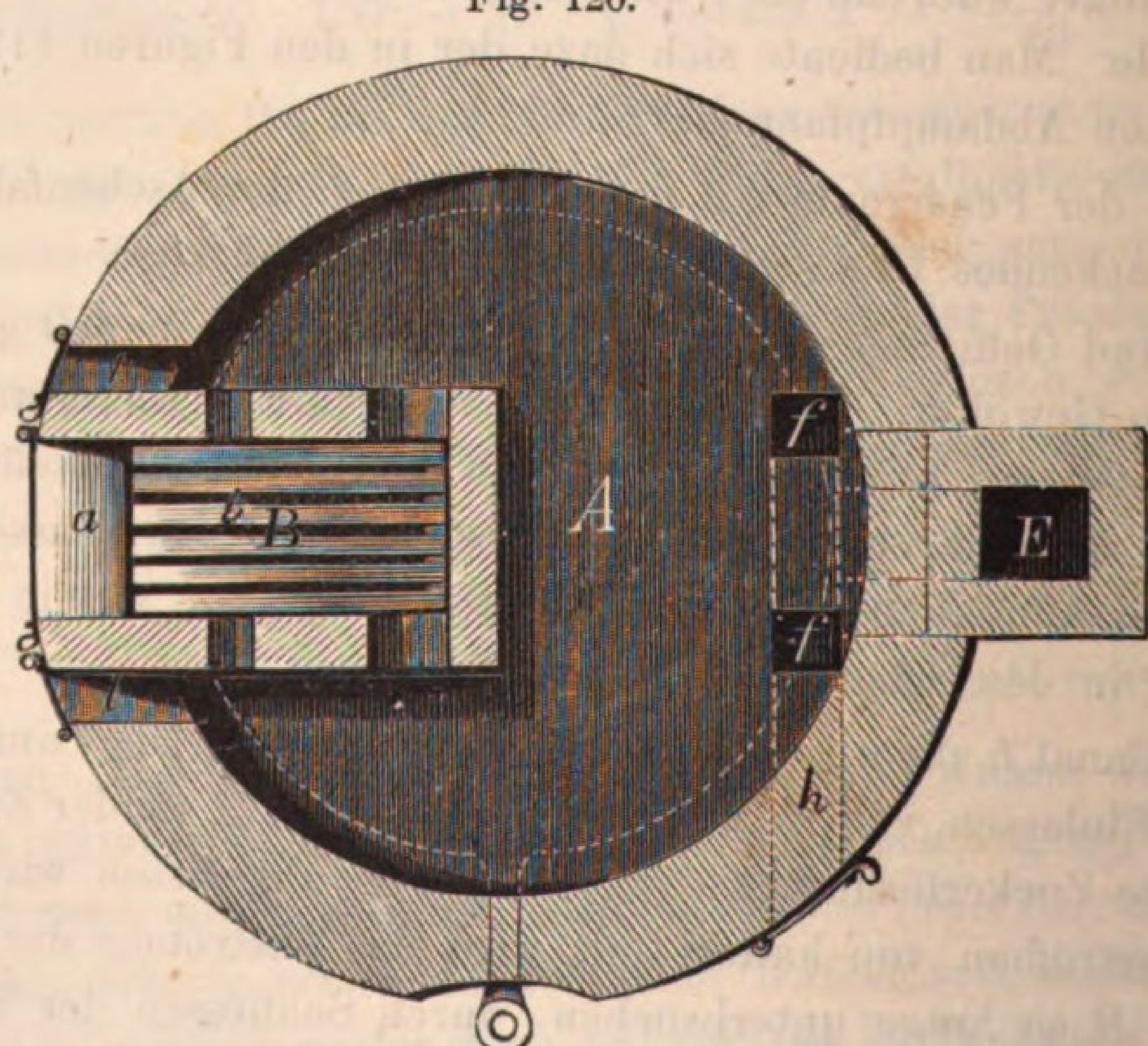


Fig. 120.



Ein Blick auf die obigen Zeichnungen giebt die Einsicht, dass bei dieser Construction auf eine Ersparniss an Brennmaterial gar keine Rücksicht genommen ist. Die heisse Feuerluft bleibt hier höchstens einige Secunden mit dem zu verdampfenden Safte in Berührung und entweicht dann mit einer sehr hohen Temperatur in den Schornstein *E*, welche Wärme für die Verdampfung vollständig verloren geht.

Ausserdem wird die Zuckerlösung in solchen Pfannen einer sehr hohen Temperatur ausgesetzt und deshalb ein dunkleres, schlechteres Product erhalten, was namentlich für das Kochen der Nachproducte durchaus nicht zu empfehlen ist.

Man nimmt an, dass 1 Quadratfuss Heizfläche des Bodens solcher Pfannen per Stunde 6 Pfd. siedendes Wasser verdampft, und wenn in unserem Falle 66,600 Pfd. Wasser in 24 Stunden, oder (66,600 : 24) = 2775 Pfd. per Stunde zu verdampfen wären; würden dazu $= \frac{2775}{6}$ 462,5 Quadratfuss Heizfläche nöthig sein, abgesehen von den während der Fabrikation hinzukommenden Wassermengen, die sehr verschieden sind, aber für unser Beispiel z. B. mit 20 Proc. der Rüben zur Saftgewinnung also mit 20,000 Pfd.
und für Süsswasser mit (2 . 20 Proc. =) 40,000 „
also in Summa mit . 60,000 Pfd.

oder per Stunde mit $\left(\frac{60,000}{24}\right) = 2500$ Pfund angenommen werden sollen.

Die Verdampfung dieser Wassermenge erforderte $\frac{2500}{6} = 417$ Quadratfuss Heizfläche; also nahezu so viel, wie nach Obigem für Verdampfung der Säfte erforderlich ist. Hieraus ergiebt sich zugleich die Grösse der Apparate, welche durch grössere Wasserzusätze bedingt werden.

Die Summa der erforderlichen Heizfläche wäre daher (462,5 + 417) = 879,5 Quadratfuss.

Die erforderliche Brennstoffmenge würde bei diesen Apparaten annähernd folgende sein:

2775 Pfund Wasser bedürfen zur Verdampfung (2692 . 520) = 144,300 W.-E., die bei 50 Proc. Ausnutzung des Brennstoffes (denn höher kann man dieselbe bei solchen Pfannen nicht anschlagen) erfordern (144,300 : 3000) = 481 Pfd. Steinkohlen, welche (à Ctr. $^1/_2$ Thlr.) kosten

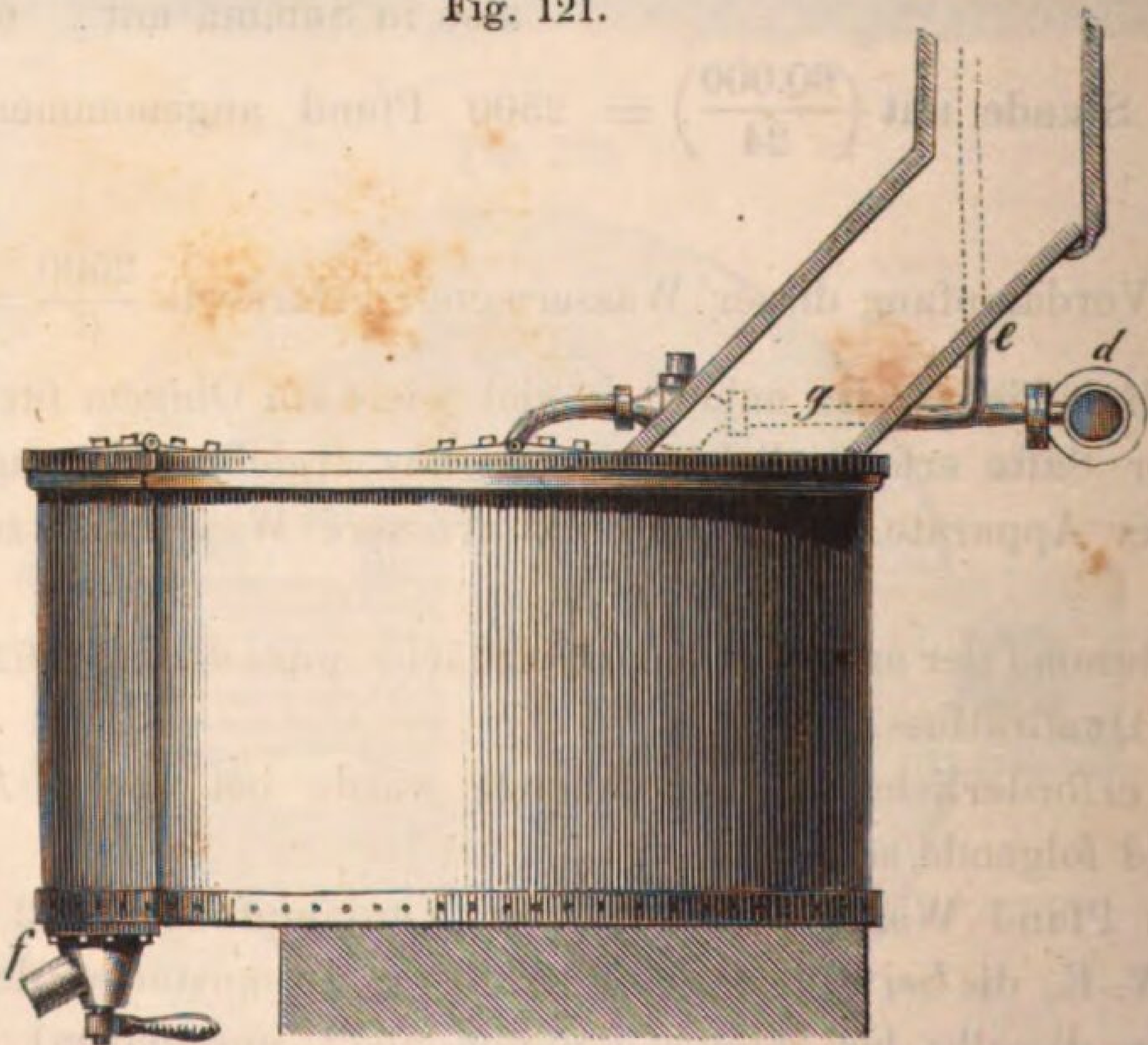
würden: 2 Thlr. 12 Sgr. 2 Pf.; da nun (9000 Pfd. : 24) = 3750 Pfd. Saft pro Stunde zu verarbeiten sind, so kostete die Verdampfung von 100 Pfd. Saft circa 23,1 Pf.

die ausserdem zugesetzten Wassermengen mit 2500 Pfd. per Stunde erforderten demnach ferner (2500 . 520) = 1,300,000 W.-E. oder (: 3000) = 433 Pfd. Steinkohlen, welche (à Ctr. 1/2 Thlr.) kosten würden: 2 Thlr. 4 Sgr. 11 Pf.; wonach die Verdampfungskosten per 100 Pfd. Saft erhöht würden um . 20,8 „

und in Summa betrüge: 43,9 Pf. = 3 Sgr. 8 Pf. nahezu.

Die vielfachen Uebelstände bei der Verdampfung über offenem Feuer haben die Zuckerfabrikanten schon frühzeitig zur Anwendung des Dampfes gedrängt. Es wird der Wasserdampf dabei in Dampfkesseln erzeugt, deren Heizung man rationeller einrichten kann, so dass 70 bis 75 Proc. der durch ein beliebiges Heizmaterial erzeugten theoretischen Wärmemenge wirklich nutzbar gemacht werden. Es ist dabei ferner nur eine Heizung in der Fabrik nöthig und die zur Verdampfung des Saftes erforderliche Wärme wird mittelst Wasserdampf übertragen, dessen Wirkung momentan beliebig in oder ausser Wirksamkeit gesetzt werden kann.

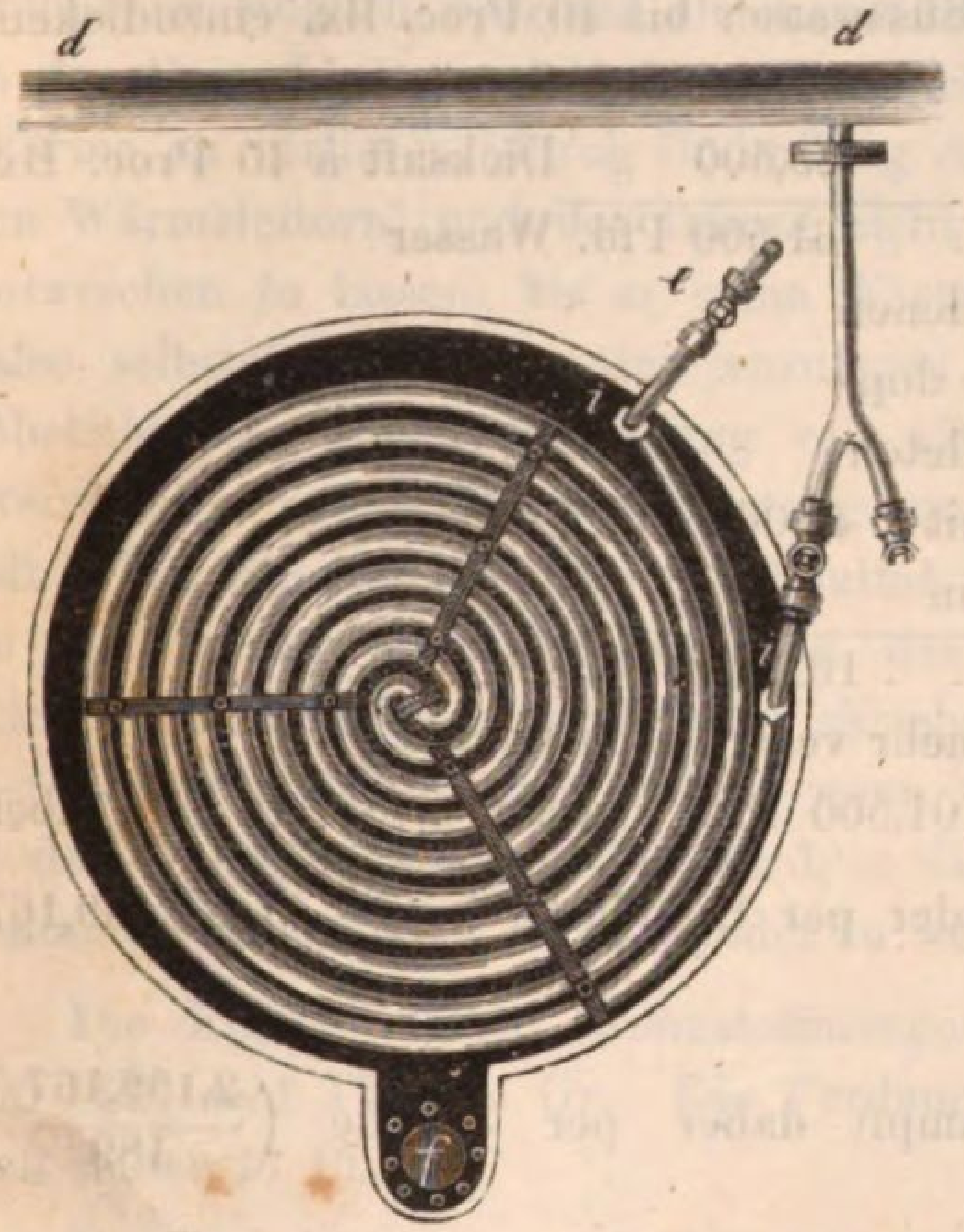
Fig. 121.



Der Saft wird dann in sogenannte Abdampfpfannen verschiedener Construction, von denen die hier beschriebene, nach Hallette be-

nannte am meisten angewendet ist, eingedickt (Fig. 121 u. 122). Sie besteht aus einem runden Kessel von geringer Höhe, über dessen Boden ein kupfernes, spiralförmig gewundenes Rohr (die sogen. Dampfschlange) liegt, in welchem der Dampf bei *i* von gewöhnlich 3 Atmosphären Spannung eintritt, um nach Abgabe seiner Wärme zu Wasser verdichtet bei *e* auszufliessen. Die Pfanne wird mit Saft bis einige Zoll über die Dampfspirale gefüllt und durch Oeffnen des Zuleitunghahnes Dampf in die Spirale gelassen, welcher je nach der angegebenen Spannung circa 120° R. heiss ist, dadurch gelangt die Flüssigkeit rasch ins Sieden, und die sich entwickelnden Dämpfe werden mittelst eines oben auf dem Deckel der Pfanne angebrachten Schlotes durch das Dach des Gebäudes geführt. Wenn der Saft bis 50 Proc. Bx. eingedickt ist, wird er, nach Abstellung des Dampfes durch den Hahn *f* entleert und vom Neuen Dünnsaft in die Pfanne gegeben.

Fig. 122.



Diese Art Dampfpfannen sind nun in mehreren verschiedenen Formen ausgeführt, indem die Dampfheizungsrohre einmal einfach, ein andermal doppelt; einmal rund, ein andermal länglich oder viereckig (Pecqueur und Crespel's Construction) angeordnet und diese verschiedenen Façons für sehr wesentlich gehalten wurden. Immer aber ist die Leistung dieser Verdampfpfannen proportional der Grösse der heizenden Oberfläche und der Wärme des angewandten Dampfes (oder der dadurch hervorgebrachten Differenz der Temperaturen), so lange sich keine Kruste aus dem kalkhaltigen Niederschlage des Saftes auf die Röhren festsetzt, welche die Wärmemittheilung sehr verzögert. Die Heizröhren müssen daher auf ihrer Aussenfläche (am besten mittelst verdünnter Salzsäure) oft gereinigt werden, um die volle Verdampfungsfähigkeit wieder herzustellen.

Nach meinen Erfahrungen genügten zur Verarbeitung der Säfte von 1000 Ctr. Rüben per Tag à 82 Proc. Saftgewinn und ohne Wasserzulauf auf der Reibe, 189,3 Quadratfuss Heizfläche der Dampfschlange, um den Saft und sämmtliche Süsswasser bis 40 Proc. Bx. einzudicken.

Da nun aus	82,000 Pfd.	Saft à 10 Proc. Bg.
	20,500 „	Dicksaft à 40 Proc. Bx.
resultiren, so waren	61,500 Pfd.	Wasser
verdampft aus den Säften, zu denen noch die Süsswasser mit den doppelten Mengen der angewendeten Knochenkohle von 200 Ctr. mit .	40,000 Pfd.	kommen.
Man verdampft daher in Summa	101,500.	Wasser

so dass die Fabrik nicht viel mehr verarbeiten konnte.

Die Verdampfung von 101,500 Pfd. Wasser erfordern nun aber (520) = 52,780,000 W.-E. oder per Stunde $\left(\frac{52,780,000}{24}\right) = 2,199,167$ Wärme-Einheiten.

Ein Quadratfuss verdampft daher per Stunde $\left(\frac{2,199,167}{189}\right)$ = 11,636 W.-E. oder $\left(\frac{11,636}{520}\right)$ = 224 Pfd. Wasser bei einer Temperaturdifferenz von (112 — 82) = 30°.

Dieses Resultat ist bedeutend geringer, als das von Péclet und Thomas und Laurent gefundene, und der Grund davon ist wohl darin zu suchen, dass jene Herren mit ganz reinen Apparaten im Kleinen Versuche machten; während ich das durchschnittliche Resultat der grossen Praxis und der gewöhnlichen Leistung festzustellen mich bemühte, um dadurch eine Basis für alle Fälle zu erlangen.

Es genügten demnach für jede 100 Ctr. täglich zu verarbeitender Rüben = 19 Quadratfuss Heizfläche oder für unser Beispiel, wo tündlich 2775 Pfd. Wasser aus dem Safte zu verdampfen sind, 2775 : 23 = 124 Quadratfuss Heizfläche der Schlangen.

Der zu dieser Verdampfung nöthige Aufwand an Brennstoff würde betragen (1,443,000 : 4500) =	321 Pfd.
Steinkohlen, zu denen oft noch 10 Proc. Verlust, hier mit	32 „
gerechnet werden, wonach	353 Pfd.

oder in runder Zahl 360 Pfd. Steinkohlen die erforderliche Brennstoffmenge in dem Falle wären, wo der Dampfkessel sich in vorzüglichem

Zustande befände. Da der Dampf nur der Uebermittler der Wärme und die eigentliche Erzeugung derselben mittelst Brennstoffs bei dem Dampferzeuger zu suchen ist, so ist auch nur dort eine Brennmaterialersparniss möglich, während die ökonomische Verwendung des Dampfes in den Heizschlangen sich darauf beschränken muss, möglichst wenig Wärme zu verlieren (durch Umhüllung der Dampfleitung mit schlechten Wärmeleitern) und den Dampf nicht eher aus den Heizschlangen entweichen zu lassen, bis er seine Wärme vollständig abgegeben hat (also selbstthätige Automaten anzulegen, worüber weiter unten Ausführlicheres). Die Verdampfung von 2775 Pfd. Wasser mit 360 Pfd. Steinkohlen entspricht einer Leistung von 7,7 Pfd. Wasserverdampfung mit 1 Pfd. Steinkohlen; also ein Resultat, was möglicherweise praktisch zu erzielen ist, wenn die Feuerung, der Dampfkessel, sowie die Geschwindigkeit und Temperatur der abziehenden Feuerluft in günstigen Verhältnissen zu einander stehen; wenn ferner das Speisewasser heiss in den Dampfkessel getrieben wird, so dass zu seiner Erwärmung kein besonderer Brennstoff verschwendet zu werden braucht.

Die Kosten dieser Brennstoffmengen wären (360 à $^1/_2$ Thlr. per 100 Pfd.) = 1 Thlr. 24 Gr. Die Verdampfungskosten für 100 Theile Saft daher 17 Pf.

Die ausserdem zu verdampfende Wassermenge von 2500 Pfd. per Stunde erfordert eine Heizfläche von 2500 : 23 = 109 Quadratfuss und einen Brennstoffaufwand von 2500 : 7,7 = 325 Pfd. Steinkohlen im Werthe von 1 Thlr. 18 Sgr. 9 Pf., wodurch die Verdampfung von 100 Pfd. Saft vertheuert würde um 16 Pf.

Die gesammte Heizfläche beträgt demnach in diesem Falle zur

Saftconcentration	124 Quadratfuss
zur Verdampfung der Süsswasser etc.	109 „ „
Summa	233 Quadratfuss

Die erforderliche Arbeiterzahl bei solchen Pfannen beträgt für 1000 Ctr. Rüben = 7,5 Schichten.

Bei der Benutzung des Dampfes in offenen Verdampfpfannen wird die Zuckerlösung aber einer zu hohen Temperatur ausgesetzt, wodurch die Säfte dunkel werden und beim Fertigkochen eine starke Schaumbildung eintritt. Man ging daher zu den geschlossenen Gefässen über, aus welchen durch eine Luftpumpe die sich entwickelnden Dämpfe, welche bei den offenen Pfannen in die Luft entweichen, entfernt werden, nachdem sie durch Berührung mit einem kalten Körper (hier Wasser) wieder zu tropfbarflüssigem

Wasser condensirt waren. Dieses beträgt seinem Volumen nach nur $^1/_{1700}$ von dem des Dampfes, aus dem es verdichtet wurde.

Die Vortheile dieser Einrichtung bestehen darin, dass die Zuckerlösungen bei einer niedrigen Temperatur verdampfen, bei welcher sie noch keine Zersetzung erleiden, und darin, dass wegen der grösseren Differenz zwischen der Temperatur des Dampfes und der der Zuckerlösung aus dieser etwas mehr Wasser verdampft wird, was jedoch nicht bedeutend ist.

Der Vorwurf, der diesen Verdampfapparaten oft gemacht wurde, dass die Temperatur eine zu niedrige sei, als dass bei derselben die organischen Substanzen der Rübensäfte (durch den Kalk) zerstört werden könnten, ist unbegründet, da das durch Verdichtung der Dämpfe erhaltene Wasser Ammoniak enthält, welches sich nur durch Zersetzung jener organischen Substanzen bilden kann.

Anstatt aber die aus den Zuckersäften sich entwickelnden und durch Wasser verdichteten Dämpfe durch eine Luftpumpe abzuführen, kann man dieselben auch durch ein Rohr von selbst abfliessen lassen, das über 32′ Höhe hat und unten in ein Wasserreservoir taucht.

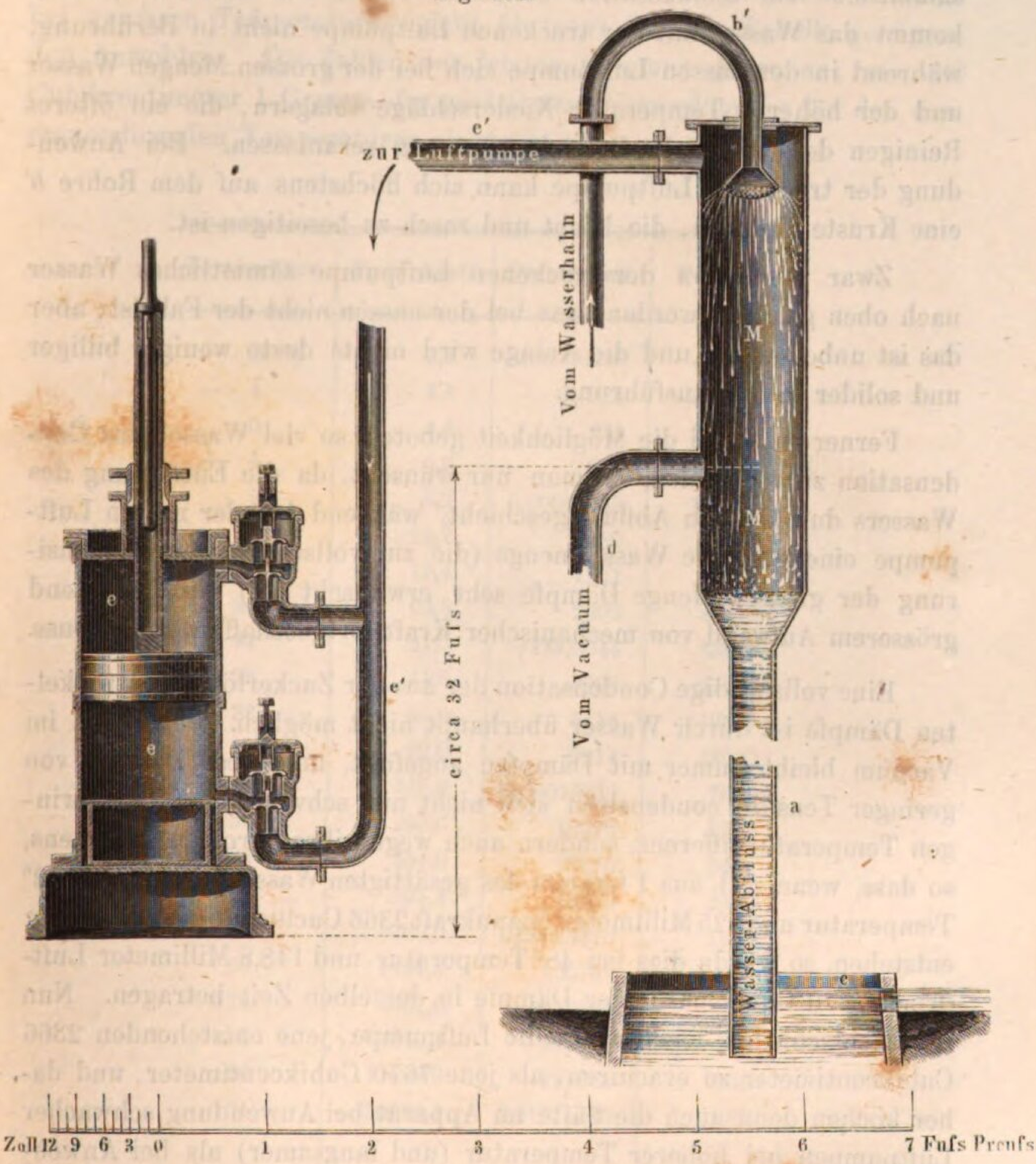
Péclet führt §. 1411 Bd. 2 der dritten Ausgabe seines berühmten Werkes vom Jahre 1860 an, „dass M. Trappe und Souvoir-Gaspard vorgeschlagen hätten, dem Condensator 10 Meter Höhe zu geben und in ein Gefäss tauchen zu lassen'; dass aber diese Apparate nicht angewendet würden“!

Zur Widerlegung dieses Ausspruches zeigt die beifolgende Figur 123 die in den Rübenzuckerfabriken Deutschlands ganz allgemein gebräuchlich und seit vielen Jahren praktisch ausgeführte Einrichtung einer derartigen Condensation mit sogenannter trockener Luftpumpe.

Das Wasser strömt durch den Hahn *b* in das Spritzrohr *b′* behufs vielfacher Vertheilung, verdichtet durch die in dem Rohre *d* aufsteigenden Dämpfe der Zuckersäfte in dem Condensator *M*, und führt dieselben durch das Rohr *a* ab, welches in ein Gefäss *c* mündet, in welchem Wasser die untere Oeffnung der Barometerröhre *a* gegen das Eindringen der äusseren Luft schützt. Von dem in dem oberen Theile der Fabrik befindlichen Condensator *M* führt ein Rohr *e′* nach der trockenen doppelt wirkenden Luftpumpe *e*, welche die Luft in dem Apparate verdünnt und so das Einfliessen des kalten Wassers (aus irgend einem Wasserbehälter in der Nähe) in das Spritzrohr *b′* veranlasst. Da nun die Röhre *a* mit dem Bassin *c* ein Wasserbarometer bildet, in dem der Druck der äusseren Atmosphäre das Wasser höchstens auf einer Höhe

von 32′ erhalten kann, so ist klar, dass alles mehr zuströmende Wasser aus dem Rohre *a* durch das Bassin *c* von selbst ohne irgend eine me-

Fig. 123.



chanische Beihülfe abfliessen muss, und dass daher kein Wasser durch das Rohr *e′* in die trockene Luftpumpe gelangen kann, wenn das Barometerrohr *a* mehr als 32′ über den Wasserspiegel in *c* hervorragt. — Es wird in dem Barometerrohre *a* stets eine der jedesmaligen Luftverdünnung entsprechende Wassersäule sich erhalten.

Diese höchst einfache Vorrichtung ist besonders zu empfehlen, da

die dazu erforderliche Luftpumpe einer weit geringeren mechanischen Kraft bedarf, als eine (sogenannte „nasse“) Luftpumpe, die zugleich das sämmtliche zur Condensation benutzte Wasser mit abführt. Ferner kommt das Wasser mit der trockenen Luftpumpe nicht in Berührung, während in der nassen Luftpumpe sich bei der grossen Mengen Wasser und der höheren Temperatur Niederschläge ablagern, die ein öfteres Reinigen derselben, also Betriebsstörungen veranlassen. Bei Anwendung der trockenen Luftpumpe kann sich höchstens auf dem Rohre *b'* eine Kruste absetzen, die leicht und rasch zu beseitigen ist.

Zwar muss von der trockenen Luftpumpe sämmtliches Wasser nach oben gehoben werden, was bei der nassen nicht der Fall ist; aber das ist unbedeutend und die Anlage wird nichts desto weniger billiger und solider in der Ausführung.

Ferner ist dabei die Möglichkeit geboten, so viel Wasser zur Condensation zu verwenden, als man nur wünscht, da die Entfernung des Wassers durch freien Abfluss geschieht, während bei der nassen Luftpumpe eine grössere Wassermenge (die zur vollständigeren Condensirung der grossen Menge Dämpfe sehr erwünscht ist) mit bedeutend grösserem Aufwand von mechanischer Kraft fortgeschafft werden muss.

Eine vollständige Condensation der aus der Zuckerlösung entwickelten Dämpfe ist durch Wasser überhaupt nicht möglich. Der Raum im Vacuum bleibt immer mit Dämpfen angefüllt, und diese Dämpfe von geringer Tension condensiren sich nicht nur schwer wegen der geringen Temperaturdifferenz, sondern auch wegen ihres grossen Volumens, so dass, wenn z. B. aus 1 Gramm des gesättigten Wasserdampfes bei 72° Temperatur und 525 Millimeter Spannkraft 2366 Cucikcentimeter Dämpfe entstehen, so würde dies bei 48° Temperatur und 148,8 Millimeter Luftdruck 7670 Cubikcentimeter Dämpfe in derselben Zeit betragen. Nun ist es entschieden leichter für die Luftpumpe, jene entstehenden 2366 Cubikcentimeter zu evacuiren, als jene 7670 Cubikcentimeter, und daher kochen denn auch die Säfte im Apparat bei Anwendung schwacher Luftpumpen bei höherer Temperatur (und langsamer) als bei Anwendung kräftigerer Pumpen, die grössere Dampfvolumina zu bewältigen im Stande sind.

Nun ist evident, dass eine trockene Luftpumpe, die n u r diese theilweise abgekühlten Dämpfe und die in dem zuströmenden Wasser enthaltene Luft zu entfernen hat, weit leichter diesem Zweck entsprechen wird, als eine nasse Luftpumpe, die schon durch die Fortschaffung des

Wassers in Anspruch genommen, jenen Zweck weit weniger rasch erfüllen kann.

Ueber die Spannkraft der Dämpfe, deren Dichtigkeit und Volumen bei gewissen Temperaturen giebt übrigens folgende Tabelle genügenden Aufschluss. Die Zahlen der letzten Columne geben an, wie viel Cubikcentimeter 1 Gramm des gesättigten Wasserdampfes bei den correspondirenden Temperaturen einnimmt.

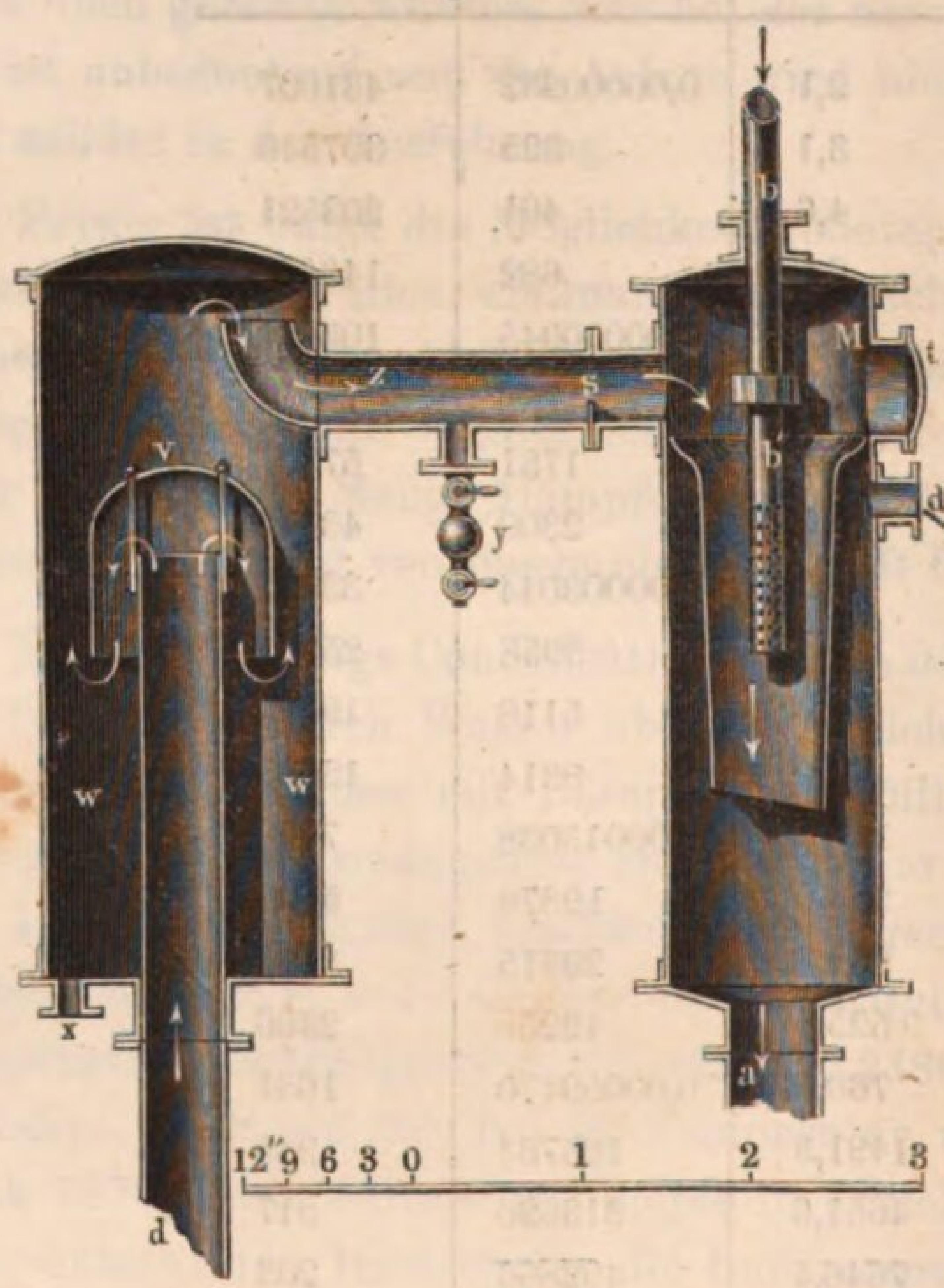
Temperatur.	Spannkraft.	Dichtigkeit.	Volumen.
− 8° R.	2,1	0,00000232	431607
− 4	3,1	325	307546
0	4,6	491	203521
+ 4	6,5	682	146628
8	6,2	0,00000945	105830
12	12,7	1289	77572
16	17,4	1731	57767
20	23,5	2300	43473
24	31,5	0,00003044	33613
28	41,8	3958	25264
32	54,9	5118	19539
40	92,0	8314	12030
48	148,8	0,00013038	7670
56	233,0	19378	5160
64	354,6	29315	3411
72	525,4	42258	2366
80	760,0	0,00059470	1681
96	1491,3	105764	945
128	4651,6	313690	317
144	7646,4	492866	203
160	11688,9	721669	140
184	20926,4	0,01215790	82

Das Verdampfen in geschlossenen Gefässen im luftverdünnten Raume hat aber auch einige Uebelstände im Gefolge, worunter namentlich das Mitreissen von Flüssigkeit in Form von Dampfbläschen zu zählen ist. Wir wissen, dass beim Kochen jeder Flüssigkeit die Dämpfe tropfbare Flüssigkeit mit sich fortreissen, und dies kann hier nicht ohne

Verlust an Zucker geschehen, was Herr Schatten auch durch sorgfältige Versuche gefunden hat. Es ist auch leicht dadurch zu beweisen, dass wenn man das abfliessende Condensationswasser zur Trockne verdampft und den Rückstand glüht, sich ein deutlicher Geruch nach Caramel (verbranntem Zucker) zeigt. Auch kann man einen Theil der fortgehenden Dämpfe in einer kleinen Kühlschlange condensiren, und die erhaltene Flüssigkeit auf ihren Zuckergehalt prüfen.

Um nun diesem Zuckerverluste vorzubeugen, bringt Heckmann in Berlin die in beistehender Figur (Fig. 124) dargestellte sinnreiche Vorrichtung an.

Fig. 124.



Die aus dem Verdampfapparate in dem Rohre *d* aufsteigenden Dämpfe treffen auf eine über dasselbe gestülpte Kappe *v*, welche dieselben zwingt, der Richtung der Pfeile zu folgen. Dabei zerplatzen die mitgerissenen Dampfbläschen und lassen einen Theil der Flüssigkeit zurück, die dann aus dem Sicherheitsgefässe *w* bei *x* abgelassen wird. Die Dämpfe folgen der Richtung der Pfeile in der Zeichnung durch das Rohr *z*, in dem bei *s* eine Platte eingeschraubt ist, die das untere Drittel des Rohres absperrt, damit sich dort die in dem Rohre *z* condensirte Flüssigkeit ansammle, welche mittelst des Probehahnes *y* abgezogen und auf ihren Zuckergehalt geprüft werden kann, wodurch man sich von der Wirksamkeit dieses Apparates zu überzeugen im Stande ist. Die Dämpfe treten dann in den Condensator *M*, und fliessen nach ihrer Condensation mit dem durch *b'* eingespritzten Wasser durch das Barometerrohr *a* ab, *d* ist das zur Luftpumpe führende Rohr, *t* ist ein hier sehr zweckmässig angebrach-

tes Mannloch, um das Spritzrohr b' leicht abschrauben und reinigen zu können.

Die Schnelligkeit, mit welcher in solchen Apparaten verdampft wird, hängt, wie schon oben bemerkt, besonders von der Wirkung der Luftpumpe und der Menge des eingespritzten kalten Wassers, dann aber auch von der Grösse der Heizfläche ab. Ich habe schon gesehen, dass ein Quadratfuss Heizfläche in solchen Apparaten per Stunde 38,27 Pfd. Wasser verdampfte, wonach also für das hier gewählte Beispiel von 2775 Pfd. Wasserverdampfung aus dem Safte (pro Stunde) eine Heizfläche in Verdampfapparaten nöthig wäre von (2775 : 38 =) 73 Quadratfuss und zur Verdampfung der übrigen Wässer von (2500 : 38 =) 66 „

Daher in Summa = 139 Quadratfuss

Die zur Verdampfung in solchen Apparaten aufgewendete Brennstoffmenge wäre aber mit Einschluss des Betriebes der Luftpumpe wohl (um sehr verwickelte Rechnungen zu vermeiden) gleich zu schätzen mit dem in offenen Pfannen; weshalb in unserem Beispiele zur Verdampfung des Saftes 360 Pfd. Kohle, und zur Verdampfung der Süsswässer 325 Pfd. Kohle aufgewendet werden müssten; wonach

100 Pfd. Saft zur Eindickung bis Dicksaft = 17 Pf.
\+ 16 „
einen Kostenaufwand in Summa von = 33 Pf.

oder 2 Sgr. 9 Pf. beanspruchten (ohne Arbeitslohn, Zinsen des Anlagecapitals etc.

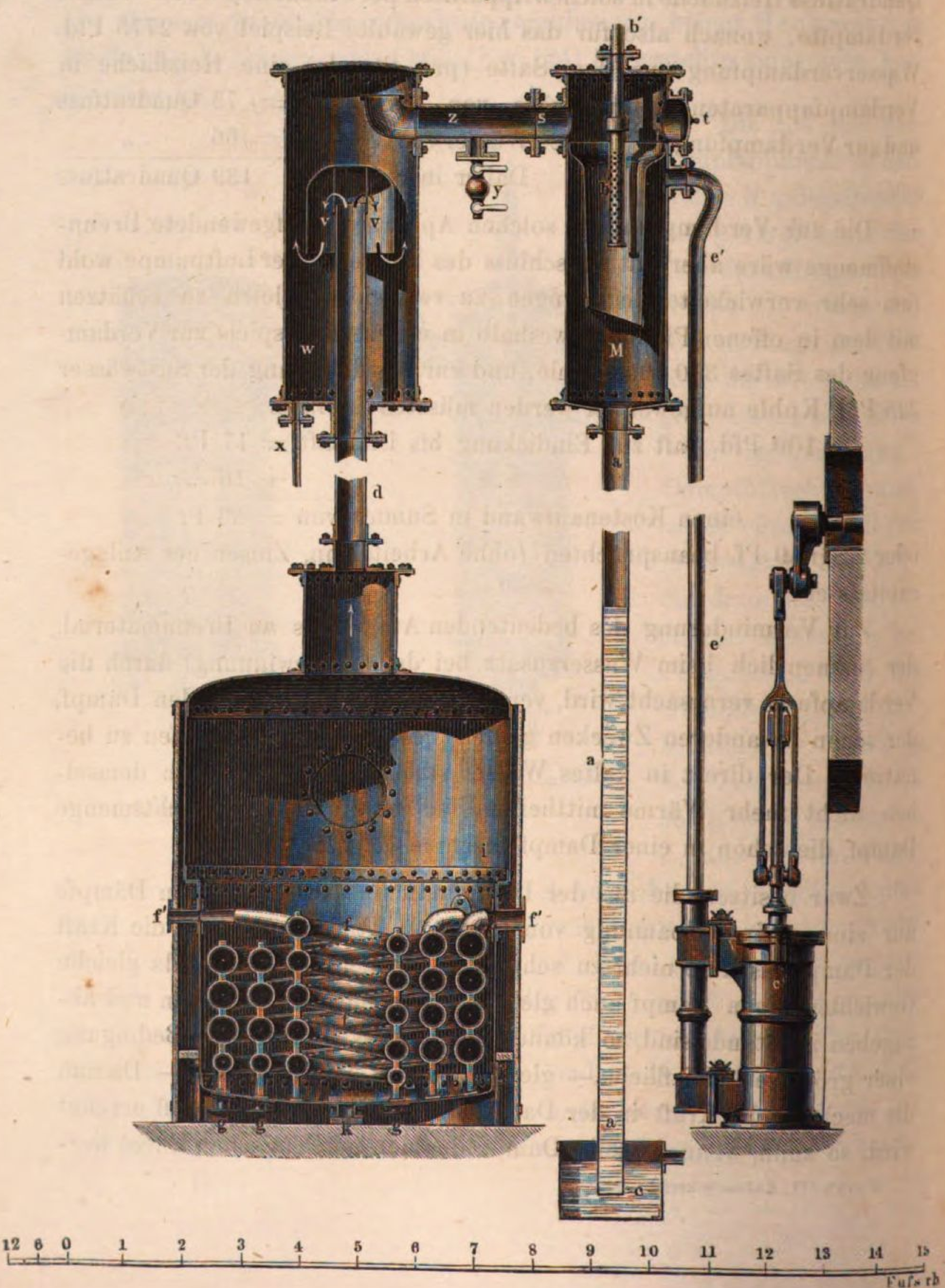
Zur Verminderung des bedeutenden Aufwandes an Brennmaterial, der (namentlich beim Wasserzusatz bei der Saftgewinnung) durch die Verdampfung verursacht wird, versuchte man schon lange, den Dampf, der schon zu anderen Zwecken gedient hatte, zum Verdampfen zu benutzen. Der direct in kaltes Wasser strömende Dampf kann demselben nicht mehr Wärme mittheilen, als eine gleiche Gewichtsmenge Dampf, die schon in einer Dampfmaschine gewirkt hatte.

Zwar besitzen die aus der Dampfmaschine entweichenden Dämpfe nur eine geringe Spannung von $1/4$ bis $1/2$ Atmosphäre, um die Kraft der Dampfmaschine nicht zu sehr zu beeinträchtigen; aber da gleiche Gewichtsmengen Dampf auch gleiche Wärmemengen enthalten und abzugeben im Stande sind, so können damit auch — unter der Bedingung einer grösseren Heizfläche — gleiche Effecte erzielt werden. — Da nun die mechanische Kraft in der Dampfmaschine durch Brennstoff erzeugt wird, so kann, wenn derselbe Dampf, der den mechanischen Effect her-

vorbrachte, auch noch die Verdampfung der Säfte bewirkt, gesagt werden, dass diese letztere Arbeit eigentlich gar keinen neuen Brennstoffaufwand erfordere, mithin kostenlos geschehe, wenn genug Maschinendampf vorhanden ist.

Die Apparate, die zu diesem Zwecke construirt sind, haben gewöhnlich beistehende Einrichtung.

Fig. 125.



fff sind schlangenförmige Kupferrohre, in die der aus den Dampfmaschinen abziehende Dampf durch *f'* einströmt und nach seiner Verdichtung zu Wasser bei *g*, durch eine Pumpe, Automaten oder dergleichen, abgeleitet wird.

Auf dem Zuleitungsrohre des Dampfes zu den Heizröhren des Apparates ist ein Sicherheitsventil angebracht, welches je nach der beabsichtigten Spannung belastet wird, gewöhnlich mit vier bis fünf Pfund auf jeden Quadratzoll Fläche des Sicherheitsventiles. Kann nun der Apparat den aus den Maschinen zuströmenden Dampf nicht rasch genug condensiren, so steigt der Dampfdruck im Rohre, und das Sicherheitsventil wird gehoben, wodurch dem Dampfe ein anderer Ausweg geboten ist, so dass die Maschine ungehindert ihren Gang fortsetzt. Man wendet ausserdem oft Reservoire, sogenannte Dampfsammler an, auf die das Sicherheitsventil geschraubt wird; dieselben sind aber überflüssig, da der Dampf von dieser Tension circa 800' (266 Metre nach Péclet) in einer Secunde zurücklegt, und ein zu grosses Volumen (nämlich ein 1200mal grösseres als Wasser) einnimmt, um in einem kleinen Dampfsammler gesammelt werden zu können.

Will man das etwa condensirte Wasser dort abführen, so kann dies einfach durch Anbringung eines umgekehrten Hebers, von sehr kleinem Durchmesser und 8' Höhe (1/4 Atmosphäre Wasserdruck entsprechend) geschehen.

Der zu verdampfende Saft fliesst direct von dem Filter durch ein geschlossenes Rohr in den Apparat ein, um nach seiner Eindickung bei *k* in ein Montejus (oder in einen Pumpenkörper) abgelassen zu werden, von wo er dann nach dem die Filter speisenden Reservoire befördert wird.

Die sich aus dem Zuckersafte beim Kochen entwickelnden Dämpfe steigen durch *d* zur Condensation auf, die wir im Früheren schon betrachtet haben.

Beobachtungsgläser, um den der Stand und das Kochen der Flüssigkeit im Apparate zu überwachen, eine Vorrichtung zum Ablassen und Prüfen der Concentration des Saftes, Thermometer und Barometer, um die Temperatur und den Grad der Luftverdünnung im Inneren des Apparates stets beobachten zu können, sind ebenfalls angebracht, aber im beistehenden Durchschnitt nicht zu sehen.

Diese Apparate sind einfach, solide, leicht zu bedienen, billig und sehr wirksam. Der oben dargestellte Apparat ist von A. Borsig für

die Zuckerfabrik zu Gruschofka geliefert. Die Grösse der Heizfläche lässt sich danach berechnen, dass bei guten Säften 25 Pfd. Wasser per 1 Quadratfuss und Stunde darin verdampft werden.

In unserem Beispiele wären daher

zur Eindickung der Säfte = (2775 : 25 =)	111 Quadratfuss
zur Verdampfung der Wässer = (2500 : 25)	100 „
eine Heizfläche in Summa von	211 Quadratfuss

erforderlich, bei einer Temperaturdifferenz von (88° R. — 60° =) 28° R.

Man könnte noch die Leistung eines solchen Apparates wesentlich erhöhen, indem man dem Retourdampfe auf dem Wege von der Dampfmaschine zum Apparate noch Wärme zuführte, ohne seine Spannung zu erhöhen, nämlich durch Ueberhitzen. Dieser Gedanke liegt so nahe, dass ich nicht begreife, weshalb er nicht schon lange ausgeführt ist. Das Ueberhitzen des Dampfes wäre mittelst der vom Dampfkessel abziehenden Feuerluft, deren Wärme günstigen Falles 200° R. beträgt, kostenlos zu bewerkstelligen. Da der Retourdampf 88° R. besitzt, so könnte also bei einer Temperaturdifferenz von (200 — 88 =) 112° R. der Dampf wahrscheinlich um wenigstens 10° stärker erhitzt werden, und es wirkte dann im Abdampfapparate eine Temperaturdifferenz von (98 — 60 =) 38° R., bei der ein Quadratfuss Heizfläche wohl wenigstens 35 Pfd. Wasser verdampfen würde; dann würde derselbe Apparat circa 1/6 bis 1/5 mehr leisten als sonst. Man setzt den sogenannten Dampfsammler gewöhnlich neben den Apparat, indem man ihn nur vor Abkühlung schützt. Mir scheint es weit besser, denselben unmittelbar in die Züge der Dampfkessel zum Schornsteine (oder in den Fuchs) zu stellen und ihm eine Form zu geben, die eine grosse Oberfläche darbietet. Dort würde er nicht nur sich nicht abkühlen, sondern von der abziehenden Feuerluft sehr vortheilhaft erwärmt werden. Die dadurch herbeigeführte grössere Leistungsfähigkeit der Apparate würde eine grosse Ersparniss bewirken.

Wir wollen nun berechnen, wie viele Retourdämpfe in einer Zuckerfabrik zur Disposition stehen, und wie viel Saft dadurch in solchen Apparaten verdampft werden kann.

Als bewegende Kraft einer solchen Fabrik, die 1000 Ctr. Rüben in 24 Stunden (oder deren Vielfachem) verarbeitet, sind erforderlich:

Zum Waschen der Rüben (und Heben derselben 0,8)	= 2,8	nominelle	Pferdekräfte,
Zum Reiben der Rüben	= 9,2	"	"
Zum Betriebe der hydraulischen Presse	= 6	"	"
Zum Betriebe der trockenen Luftpumpe des Abdampfapparates und Kochen (3), zur Hebung der Wassermenge (4,5), der Kohlensäure (0,5) und Kesselspeisepumpen (1)	= 9	"	"
Zu den Centrifugen (mit Kesselspeisepumpe)*)	= 6	"	"
In Summa also	= 33	nominelle	Pferdekräfte.

Wenn nun bei aufmerksamem Betriebe 1 Pfd. Dampf per Minute für eine Pferdekraft zum Gange einer Maschine erforderlich ist; so werden per Stunde 60 Pfd. Dampf zur Disposition stehen, oder für die ganze Fabrik wenigstens = (33 × 60 =) 1980 Pfd. Dampf, die ebensoviel Wasser zu verdampfen im Stande wären. Nachdem aber, wie früher berechnet, 2775 Pfd. Wasser in einer solchen Fabrik zur Erzeugung von Dicksaft zu verdampfen sind, so bleiben noch 795 Pfd. Wasser durch directen Dampf zu verdampfen, und da 1 Pfd. Kohle 7,7 Pfd. Wasser verdampft; so wäre dazu ein Brennstoffaufwand erforderlich von (795 : 7,7 =) 103 Pfd. oder in runder Summe 100 Pfd. im Werthe von 15 Sgr. Die Eindickung von 100 Pfd. Saft kostete daher 4,1 Pf. oder da durch Ueberhitzung des abgehenden Dampfes der Dampfmaschine die Leistung einer Mehrverdampfung von 795 Pfd. Wasser zu erzielen wären, so erforderte die Concentration dieses Saftes, streng genommen, keinen besonderen Brennstoffaufwand.

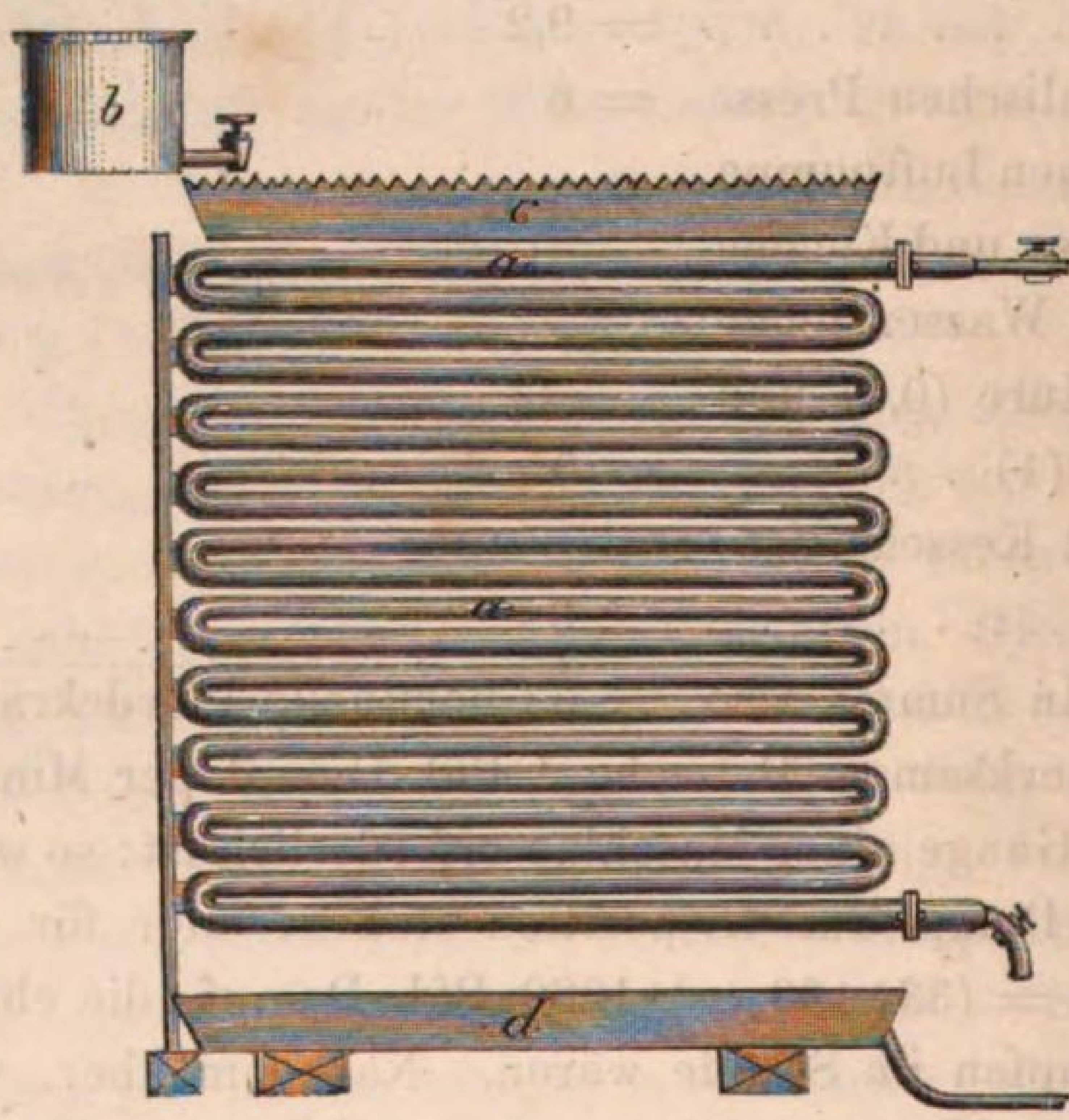
Nur die 2500 Pfd. Süsswasser erforderten wie früher 325 Pfd. Kohle oder per 100 Pfd. Saft = 16 Pf. = 1 Sgr. 4 Pf.; es wären also die Verdampfungskosten in diesem Falle ohne Aufwand eines grossen Capitales um mehr als die Hälfte vermindert.

Indessen kam man bald auf den Gedanken, die aus dem Zuckersafte selbst entwickelten Dämpfe zur Verdampfung einer anderen Saft-

*) Der Wirkungsgrad der Maschinen ist verschieden, daher ist hier die Formel, die auch die englische Admiralität adoptirte $\frac{\text{Druck per 1 Quadratf.} \times d^2 \times f}{33{,}000}$ = der nominellen Pferdekraft = Pn, angenommen.

menge zu benutzen. Nach Péclet's Angaben hat Pecqueur im Jahre 1829 die erste Idee der vielfachen Benutzung der Wärme angegeben. Indessen waren die ersten Versuche dieser Art nicht sehr glücklich zu nennen. So construirten Derosne und Cail in Paris ihren allbekannten Apparat, in dem die im Koch- oder Verdampfapparate sich entwickelnden Dämpfe ein Röhrensystem *aa* passirten, um die aus *b* und *c* darüber laufenden Dünnsäfte zu concentriren; wobei sie selbst zugleich (ohne Wasser) condensirt wurden.

Fig. 126.



Einen ähnlichen Effect suchte man durch das Herunterlaufen des dünnen Saftes an konischen Gefässen, Condensationsröhren etc. zu erzielen. Alle diese Apparate sind nur auf die grösstmöglichste Berührung des Saftes mit der Luft eingerichtet, und sie sind um so wirksamer, je dünner diese Saftschicht ist. Diese Berührung mit der Luft befördert aber die Zersetzung der Zuckerlösungen sehr, und man hat daher auch dies Princip in der Praxis überall verworfen.

Hiernach tauchte der glückliche Gedanke auf, den Rillieux in Amerika zuerst ausführte, die aus den Zuckersäften entwickelten Dämpfe zur Verdampfung anderer Säfte im luftverdünnteren Raume zu verwenden.

Rillieux construirte zuerst Gefässe mit einer Menge liegender Röhren nach Art der Locomotivkessel; der Dampf der Dampfmaschine ging durch die Röhren, der Zuckersaft um dieselben, und die aus letzterem entwickelten Dämpfe wurden in ein ähnliches Röhrensystem eines zweiten Apparates geführt, um den in demselben befindlichen Zuckersaft unter vermindertem Luftdrucke bei niedrigerer Temperatur zu verdampfen, so dass der Dampf oder vielmehr die Wärme, die durch

Dampf nur übertragen wird, mehrfach benutzt wird. — Ja, er wiederholte diesen Process sogar zum dritten Male.

Zwar war seine Construction nicht ohne Fehler; indessen bleibt sein Verdienst ein grosses, wenn wir auch im Folgenden einige Mängel dieser Construction rügen müssen. Bei einer grossen Anzahl paralleler Röhren tritt nämlich der Uebelstand auf, dass sich der Dampf selten in allen Röhren gleichmässig vertheilt. Es wird die Luft daher nicht gut ausgetrieben, und da die Luft ein schlechter Wärmeleiter ist, so geht nicht nur ein dem Volumen der eingeschlossenen Luftmenge entsprechender Theil Heizfläche verloren; sondern es dehnen sich in Folge desselben die Röhren ungleich aus, was zu Undichtheiten Veranlassung giebt. Auch die mechanische Reinigung dieser Apparate von den Abscheidungen (Kalkkrusten), die sich aus Rübensäften beim Verdampfen absetzen, ist schwierig, und man war daher genöthigt, seine Zuflucht zum Lösungsvermögen schwach saurer Flüssigkeiten zu nehmen, was in der Zuckerfabrikation, wegen der gefürchteten schädlichen Einwirkung der Säuren auf den Zucker, immer nur mit Widerstreben geschieht.

Für Deutschland war Tischbein Patentträger derartiger Verdampfapparate, weshalb dieselben auch oft Tischbein'sche Apparate genannt werden. Dieselben haben die umstehend abgebildete Einrichtung. (Fig. 127 und Fig. 128.)

A ist die erste Pfanne, welche mittelst der Retourdämpfe der Dampfmaschinen (durch *a*) geheizt wird und daher den in der Pfanne befindlichen Saft verdampft. Die aus diesem Safte entwickelten Dämpfe theilen sich und gehen durch *b b* in die Dampfräume der beiden äusseren Körper *B* und *C*, in denen Zuckersaft bei vermindertem Luftdrucke und bei niedrigerer Temperatur siedet.

d d sind die Condensatoren (Fig. 128 a. f. S.) welche durch die Röhren *c c*, die aus den Zuckersäften *B* und *C* entwickelten Dämpfe mit Wasser in Berührung bringen und unter die Luftpumpe führen.

ff Einspritzhähne für kaltes Wasser in die Condensatoren.

e e Ventile zu den Luftpumpen.

g g Ventile zum Nachhelfen beim Kochen mit Maschinendämpfen.

h Ventil zum Ausblasen und Reinigen der Pfannen mit Dampf.

e e (Fig. 127) Röhren, welche den in der Pfanne *A* eingedickten Saft durch die Ventile *k k* in die Pfannen *B* und *C* führen.

n n Hähne zum Ablassen der letzten Flüssigkeit (des Säuerwassers etc.)

m m Hähne zum Ablassen der Säfte in ein geschlossenes Montejus oder dergleichen.

Fig. 127.

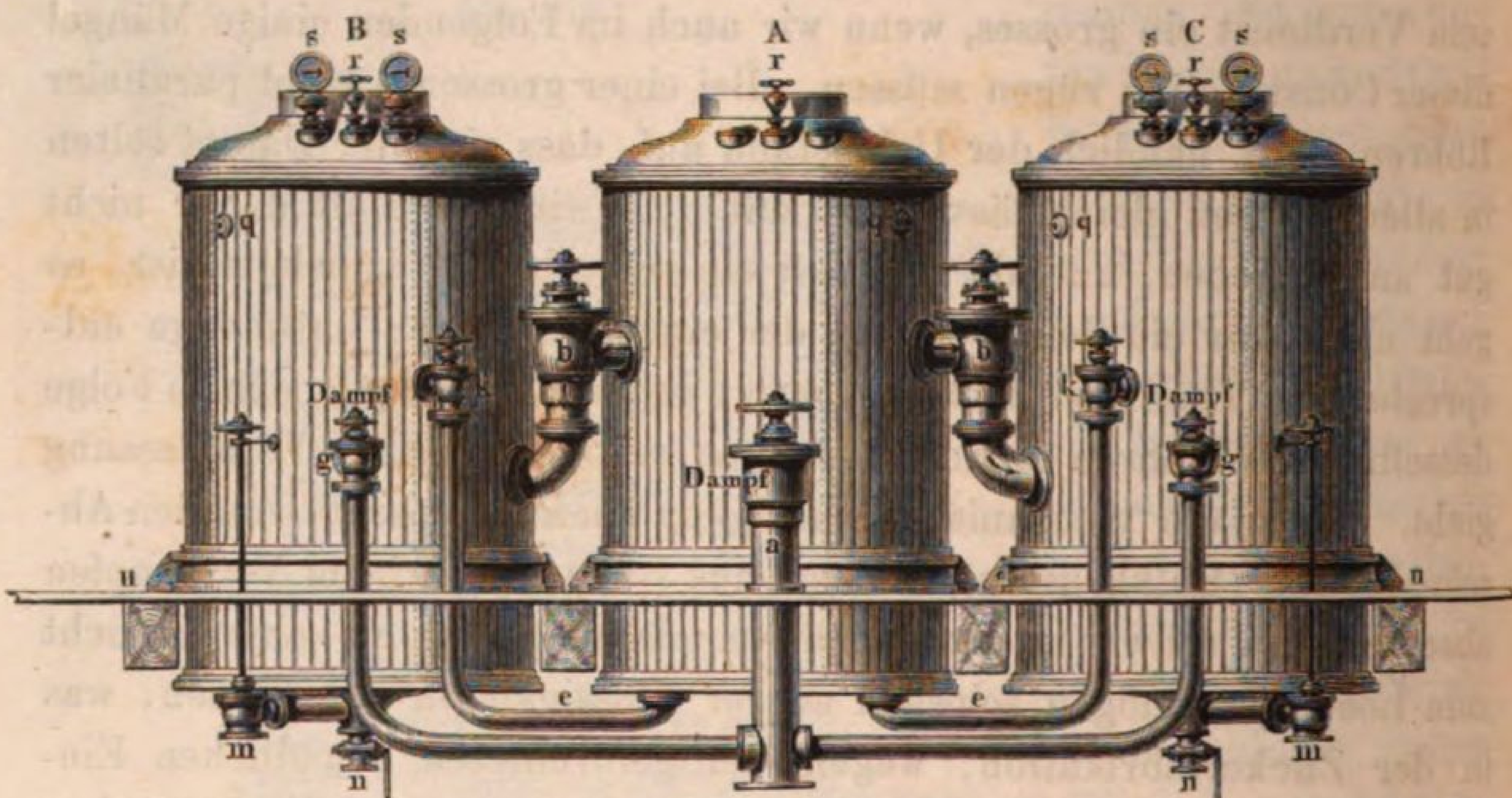
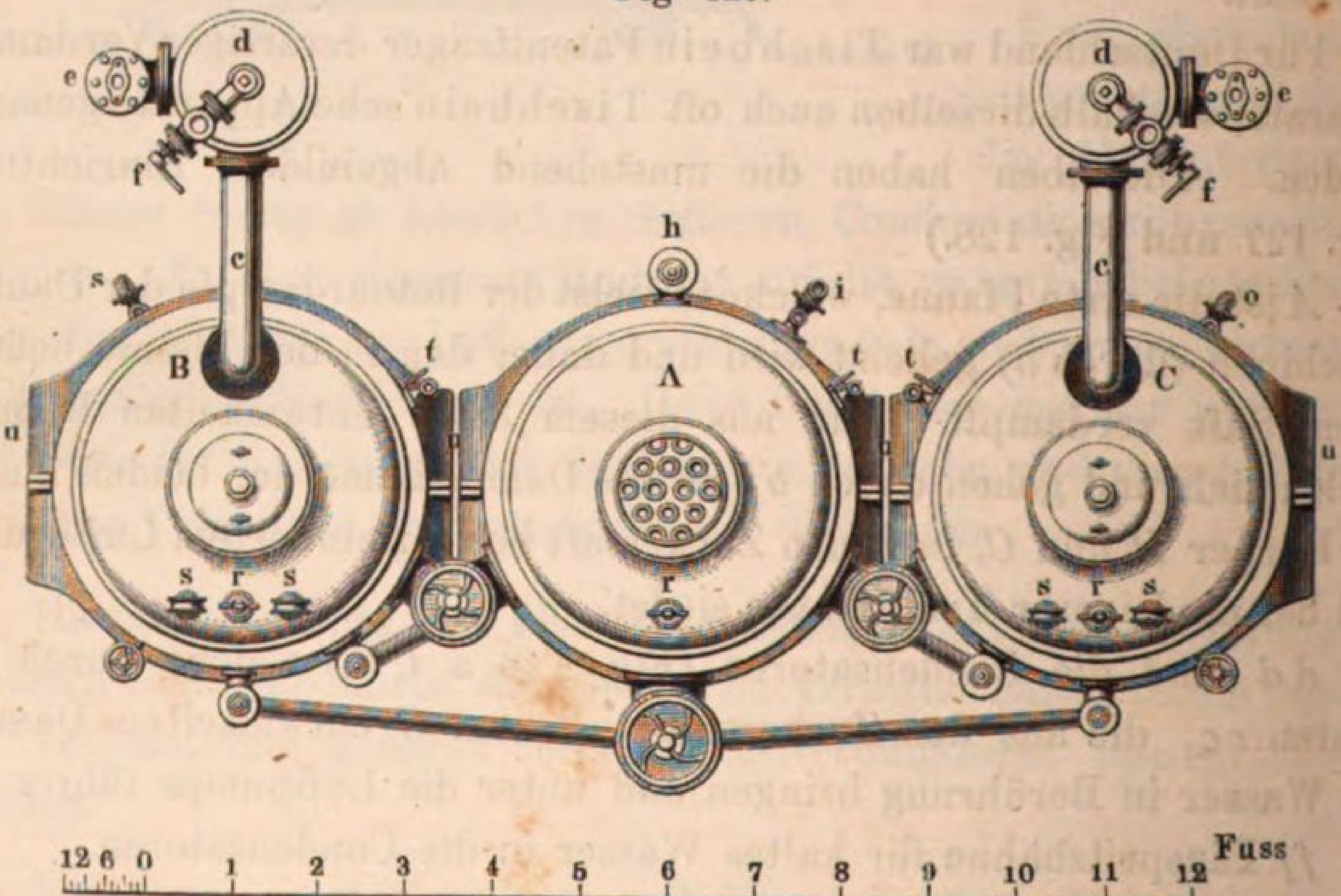


Fig. 128.



q Lupen oder Gläser. *r* Lufthähne (auch Butterhähne genannt). *s* Barometer und Thermometer. *t* Niveaugläser zur Anzeige des Flüssigkeitstandes im Apparate.

Das Urtheil, welches ich im praktischen Rübenzuckerfabrikanten (Braunschweig 1856) fällte, dass in diesem Apparate der Dampf nur eine zweifache Wirkung ausübe, finde ich in Péclet's neuester Ausgabe

(Paris 1860) Bd. 2 §. 1433 ähnlich motivirt, indem er von Rillieux's Apparat sagt: „Sein Apparat bestand aus 3 Kesseln und die Dämpfe des ersten (*A* in obiger Zeichnung) condensirten sich in den beiden anderen (*B* und *C* obiger Figur) zugleich. Daher ist dieser Apparat nur zweifacher Wirkung." Anstatt den Saft aus *A* in *B* und *C* zu theilen, liess man ihn auch von *A* in *B* und von *B* in *C* übertreten, welche Modalität Péclet hier zu besprechen scheint.

Rillieux hatte ferner angenommen, dass die Heizflächen sich vergrössern müssten in dem Maasse, als sich die Dämpfe vom ersten Körper entfernten. Nach ihm kocht der erste bei 100° Cels., der zweite bei 65°, der dritte bei 45°. Würden, sagt Péclet, die Heizflächen im ersten Körper ausgedrückt mit 1, so würden sie für den zweiten 5 und für den dritten 10 sein, arbeitete nun der Apparat mit directem Dampfe, so wären die Differenzen der Temperaturen

im ersten Körper	(130 — 100° =) 30° Cels.	(104 — 80) = 24° R.	
„ zweiten „	(100 — 65° =) 35° „	(80 — 52) = 28° R.	
„ dritten „	(65 — 45° =) 20° „	(52 — 36) = 16° R.	

und die Heizflächen müssten in umgekehrten Verhältnissen zu diesen Temperaturdifferenzen stehen. Es müsste also die zweite Heizfläche zu der dritten im Verhältniss wie 20 : 35 stehen oder wie 1 : 1,75 und nicht, wie oben angegeben, wie 5 : 10.

Man ersieht daraus (nach Péclet pag. 253), dass Rillieux, der Erfinder dieses Apparates, sich nicht vollkommen Rechenschaft gegeben von den physischen Phänomenen, welche dabei auftreten.

Indessen sind die Temperaturdifferenzen im Obigen viel zu hoch angegeben; denn man hat in der Praxis nur Dampf von $^1/_4$ Atmosphäre Ueberdruck = 86° R. zur Disposition, der dritte Körper kocht mit 56° R., so dass in Summa 30° Differenz zu Gebote stehen, die sich in den drei Körpern, wie wir später näher erörtern werden, gleichmässig theilen, so dass auf jeden Körper eine Temperaturdifferenz von z. B. 10° R. kommt. Wenn nun aber die Unterschiede der Temperaturen in allen Körpern gleich sind, so folgt daraus, dass auch die Heizflächen in allen Körpern gleich sein müssen, um gleiche Effecte hervorzubringen; denn es ist nur die Differenz der Temperatur multiplicirt mit der Heizfläche das Maassgebende bei allen Verdampfungen. Ich führe diese ganze Kritik hier nur deshalb an, um die Meinung einer Autorität wie Péclet über die Grösse der Heizflächen bei diesen Abdampfapparaten zu verbreiten.

Die specifische Wärme des Saftes ist hier nicht in Betracht gezo-

gen und wird auch bei den späteren Rechnungen nicht berücksichtigt werden, da dieselbe bei den verschieden zusammengesetzten Rübensäften keine constante Grösse ist und deshalb die Rechnungen nur unnöthig verwickeln würde. Die Heizröhren sind in diesen verbesserten Tischbein'schen Apparaten vertical angebracht, wie in der folgenden Figur (die Robert'sche Construction darstellend) zu ersehen ist. Diese Anordnung ist schon im Jahre 1834 in der Zuckerraffinerie der Herren Ritter in Görz in Anwendung gewesen und daher keineswegs neu. Sie ist bei diesen Apparaten nur auf die Rübenzuckerfabrikation übertragen worden. Sie bietet den Vortheil, die Abscheidungen des Saftes, der sich durch die Röhren bewegt, mechanisch mittelst eines zweifachen, zu jeder Seite halbrunden Messers an einem langen sich federnden Stiele entfernen zu können, sie hat aber den Nachtheil, dass der Dampf, der um die Röhren spielt, aus diesem Raume die Luft nicht vollständig verdrängen kann (ja es ist nicht einmal eine Vorrichtung dazu angebracht). Dieselbe dehnt sich bei der Erwärmung aus und macht einen entsprechenden Theil Heizfläche durch ihr geringes Wärmeleitungsvermögen weniger wirksam. Ein kleiner Hahn (oder mehrere) am obersten Rande des Dampfgehäuses angebracht, könnten diesem Uebelstande theilweise abhelfen, da man die Luft dort könnte entweichen lassen. Ein nicht zu beseitigender Uebelstand aber bleiben die vielfachen Verbindungen, die den Apparat ebenso sehr vertheuern, als sie ihn weniger solide machen. Dasselbe gilt übrigens von allen Apparaten mit einer so grossen Menge verticaler Röhren, wie der von Robert, Cail und Co. etc. Die Letzteren haben durch Anbringung ihres Mannloches von oben anstatt von der Seite, wie Robert (siehe folgende Figur), die leichte Reinigung und Aufsicht dabei nur erschwert.

Von allen diesen verschiedenartigen Formen hat sich Robert's Construction eine Zeit hindurch als die bessere bewiesen. Fig. 129 zeigt die vordere Ansicht, Fig. 130 den verticalen Durchschnitt, Fig. 131 die obere Ansicht und Fig. 132 einen horizontalen Querschnitt in der Höhe der Röhren dieses Apparates.

a dient zur Einführung des dünnen Saftes, welcher durch *b* und *c* in den zweiten Körper geführt wird, um durch *d* und *e* in den dritten zu gelangen, von wo er concentrirt durch *f* nach dem Saftheber (Montejus) *g* geführt wird.

h Rohr zum vollständigen Entleeren sämmtlicher Körper,
i zum Luftleermachen des Saftheber *g*.

(Zu Seite 538.)

Fig. 129.

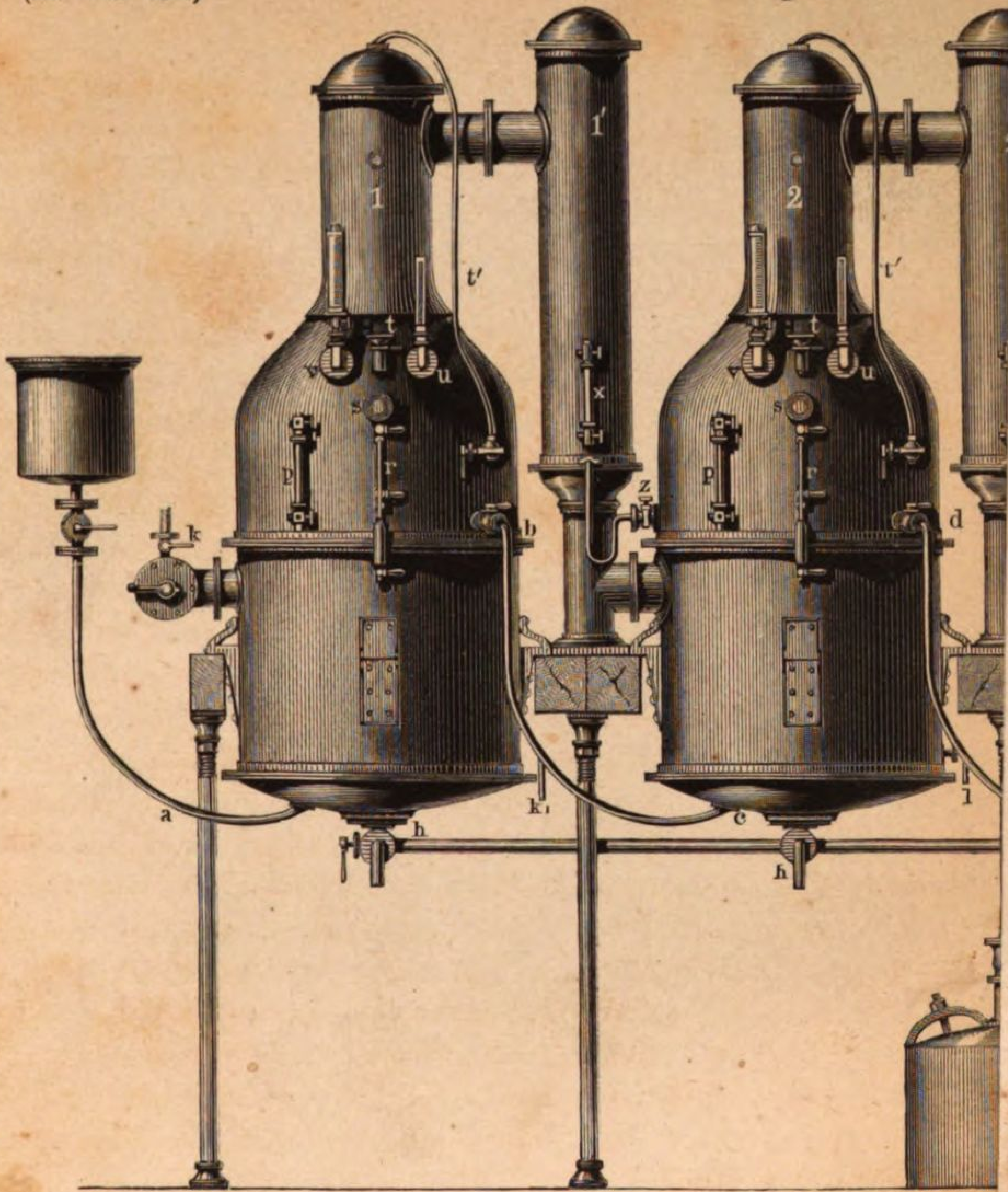
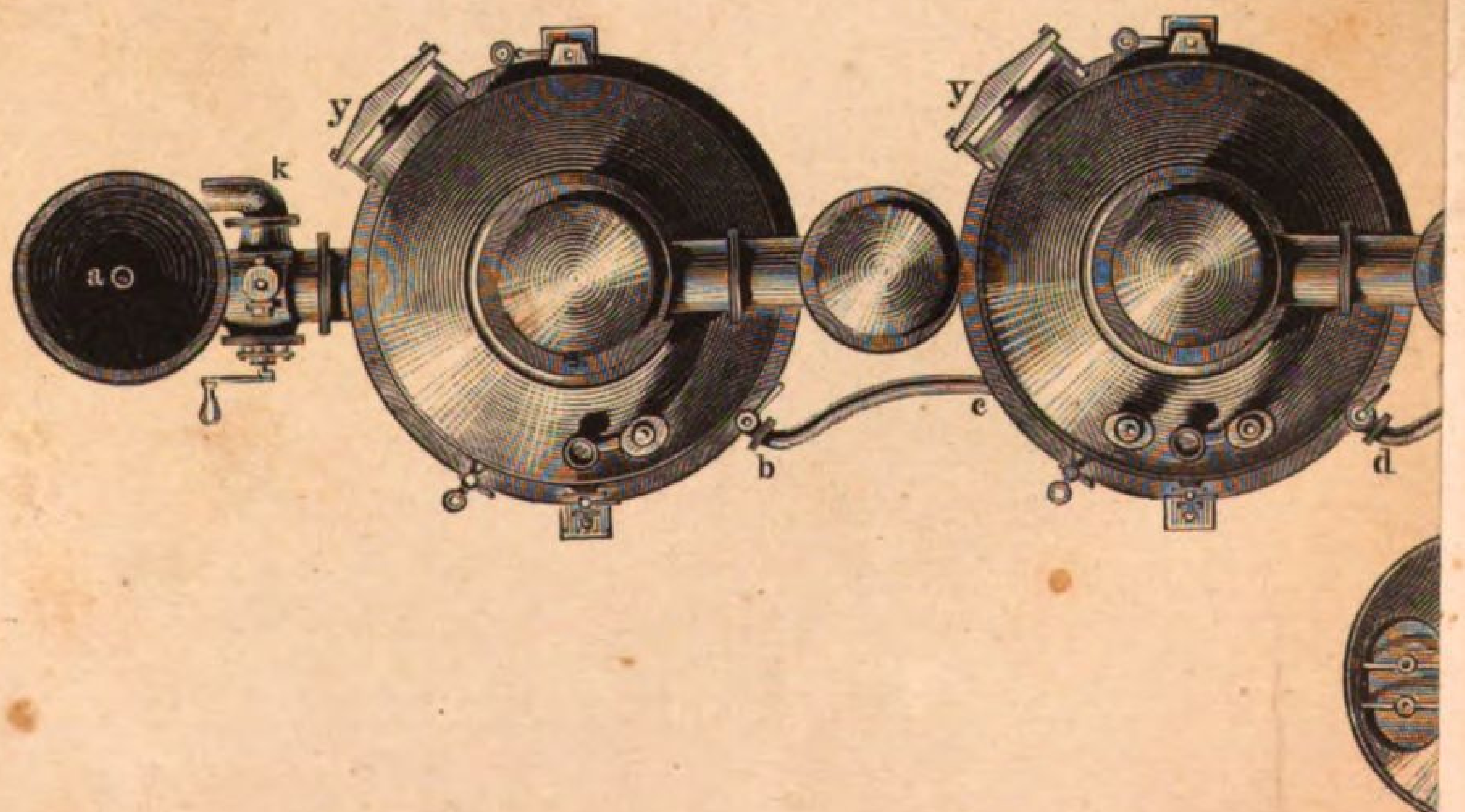
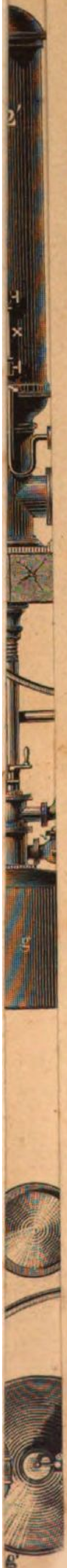


Fig. 131.





k Einströmungsventil für die Retourdämpfe der Dampfmaschine, die bei *k'* als warmes, condensirtes Wasser von selbst ausfliessen.

l m Abfluss der verdichteten Dämpfe, welche nach dem Condensator *n* gelangen (aber besser durch eine besondere Pumpe, die sogenannte Briechenpumpe abgezogen werden).

o Einspritzrohr des Wassers.

q Abzugsrohr des erwärmten Wassers der Condensation nach der nassen Luftpumpe.

p Glasröhre zum Anzeigen des Flüssigkeitsstandes.

r Vorrichtung, um den Saft abzulassen und zur Prüfung auf seine Concentration mittelst der Spindel.

s Glas zum Beobachten des Siedens.

t Butterhahn und *t'* Lufthahn.

u Thermometer.

v Barometer.

x Wasserstandszeiger der Uebersteiger.

y Mannlöcher.

z Rohr zum Ablassen etwa übergekochter Flüssigkeit.

In diesem Apparate wird nur der Retourdampf aus der Dampfmaschine verwendet, der nur eine geringe Spannung (und eine dem entsprechende niedrige Temperatur) haben kann, damit die Dampfmaschine nicht zu sehr belastet wird. Dieser Dampf tritt bei *k* in das Dampfgehäuse des ersten Körpers, umspielt dort eine grosse Oberfläche der Röhren, giebt dabei seine latente Wärme ab und fliesst zu Wasser condensirt durch einen Automaten bei *k'* ab in einen Wassersammler.

Indem der Dampf von 85° R. aus den Maschinen seine Wärme an den Saft, der in den Röhren dieses Apparates circulirt, abgiebt, veranlasst er die Verdampfung des letzteren, und die aus dem Safte sich entwickelnden Dämpfe von z. B. 78° R. gehen in der Richtung der Pfeile in den Dampfraum des zweiten Körpers, in welchem sie ebenso wirken, wie der Maschinendampf im ersten Körper. Sie geben nämlich hier ihre Wärme ab und veranlassen dadurch das Sieden des Saftes im zweiten Körper bei vermindertem Luftdrucke und einer dem entsprechenden niedrigen Temperatur von z. B. 68° R.

Indem aber der Saft im zweiten Körper verdampft, entzieht er den aus dem Safte des ersten Körpers entwickelten Dämpfen ihre Wärme, wodurch selbige zu Wasser verdichtet werden. Der zweite Körper wirkt also auf den ersten wie ein Oberflächencondensator, in dem Saft von niedrigerer Temperatur die Stelle des Wassers vertritt.

Der Effect ist also derselbe, wie der durch Derosne's Schlange (siehe früher Fig. 126), über die der Saft läuft. Nur geht hier der ganze Process unter einer anderen Form bei niedrigeren Temperaturen und im luftverdünnten Raume vor sich.

Aehnlich wie bei Derosne's oder Pelletan's (nach Otto) übereinander liegendem Röhrensysteme werden hier die verdichteten Dämpfe aus *l* mittelst einer Pumpe abgezogen, die unter dem Namen der „Briechenpumpe" oder „Brüdenpumpe" allgemein als vortheilhaft bekannt ist.

Die im zweiten Körper siedende Zuckerlösung verbreitet nun Dämpfe von demselben Wärmegrade (hier also 68° R.), bei dem die Lösung wirklich kocht. Dieselben werden abermals, indem sie der Richtung der Pfeile in beigegebener Zeichnung folgen, in dem Dampfraume des dritten Körpers zur Verdampfung von Saft benutzt, in welchem Saft unter abermals vermindertem Luftdrucke bei noch niedrigerer Temperatur (hier z. B. 50° R.) siedet. Da die hier zum Heizen verwendeten Dämpfe ebenfalls condensirt werden, so wirkt der dritte Körper auf den zweiten gleichfalls als ein Oberflächencondensator zurück, da ferner die Dämpfe in geschlossenen Gefässen nicht verdichtet werden können, ohne eine Verminderung des Luftdrucks zur Folge zu haben, so folgt schon hieraus, dass es in dem zweiten Körper bei niederen Temperaturen kochen muss, wie auch, dass sich der Apparat stets selbstthätig ins Gleichgewicht setzt, indem ein stärkeres Kochen in dem einen Körper eine stärkere Condensation der Dämpfe des Vorhergehenden und daher einen verminderten Luftdruck in demselben bedingt, in Folge dessen der darin befindliche Saft auch wieder stärker sieden würde.

Umgekehrt wird ein stärkeres Sieden im ersten Körper mehr Dampf entwickeln und so den zweiten resp. dritten zum schnelleren Sieden bringen, da seine Temperatur und sein Druck in dem Maasse höher werden, also auch kräftiger und schneller wirken, als der Dampf weniger vollständig verdichtet wird.

Die im Dampfraume des dritten Körpers verdichteten Dämpfe werden bei *m* ebenfalls mittelst einer Briechenpumpe abgezogen. Die im dritten Körper aus dem siedenden Safte entwickelten Dämpfe treten in den Condensator, wo sie durch bei *o* einströmendes Wasser im Contact mit demselben, also unmittelbar (und nicht wie in den früheren Körpern an kälteren Oberflächen) verdichtet und durch die sogenannte nasse Luftpumpe aus *q* abgezogen werden.

Früher liess man auch die Rohre *l* und *m* direct in den Condensator

münden; aber indem in diesem Falle noch nicht verdichteter Dampf mit ausströmen konnte, so kam derselbe beim Kochen nicht mehr zur Wirkung, ging also unnütz verloren, und man musste nicht nur eine dieser Menge Dampfes proportionale Quantität Wasser zur Condensation desselben aufwenden, sondern es wurde bei der Verdichtung desselben durch Wasser auch wieder Wasser verdampft. In Folge dessen setzen sich um so mehr feste Theile des Wassers als incrustirende Niederschläge in den Röhren und Pumpentheilen ab, was zu sehr grossen Unannehmlichkeiten, öfterem Reinigen, dadurch bedingtem Ausserbetriebsetzen des Apparates etc., Veranlassung giebt. Einige wollen diese störenden Ablagerungen von sogenanntem Wasserstein durch eine Wirkung des in jenen Dämpfen sich vorfindenden Ammoniaks auf die alkalinischen Bestandtheile des Wassers erklären. Wie dem aber auch sei, Thatsache ist, dass jene Incrustationen in den Apparaten weit bedeutender sind, wo die Röhren *l* und *m* direct mit dem Condensator in Verbindung gesetzt sind, als bei Anwendung der Briechenpumpe, deren Auswurf ausserdem beständig leicht auf eine etwa darin enthaltende durch irgend eine Undichtheit der Röhren gedrungene Zuckermenge zu untersuchen ist. Man trifft daher auch jene Briechenpumpen in fast allen besseren, rationell arbeitenden Rübenzuckerfabriken, die sich solcher Abdampfapparate bedienen.

Der einzudickende Rübensaft tritt bei dem ununterbrochenen Gange des Apparates durch *a* in den ersten Körper, und durch *b c* in den zweiten, in welchen er ebenfalls durch die von Dampf umspielten Röhren sich bewegt, um durch *d e* in den dritten Körper zu treten, aus dem er (bis 50 Proc. Bg. z. B.) eingedickt in das Montejus *g* tritt, welches durch *i* mit dem luftleeren Raume verbunden ist. Jetzt führt man auf den Rath des Verfassers (im praktischen Rübenzuckerfabrikanten p. 117) die Säfte nicht mehr von unten nach oben durch den Apparat, wie in obiger Zeichnung, sondern man führt die dünnen Säfte oben ein und zieht die concentrirteren unten ab.

Bei diesen dreifach wirkenden Apparaten ist die Menge des zur Condensation erforderlichen Wassers auf $^1/_3$ der bei einfach wirkenden Apparaten nöthigen Menge reducirt, was bei Mangel an Wasser von grosser Wichtigkeit ist.

Die schnelle und continuirliche Verarbeitung in diesen Apparaten kann nicht genug hervorgehoben werden. Der Saft, der von den Filtern kommt, läuft direct in den Apparat und verdampft dort in sehr kurzer Zeit. Der Saft kühlt sich daher nicht ab und ist auch dem

schädlichen Einflusse der Luft nicht ausgesetzt. Durch die Nothwendigkeit, den Saft in dem Maasse, wie er von den Filtern läuft, gleich zu verdampfen, wird die Arbeit regelmässiger und rascher. Es wird durch den continuirlichen Gang des Apparates Arbeit gespart, da es genügt, den Process in 24 Stunden nur einmal zu unterbrechen und den Apparat rasch zu entleeren (und mittelst Dampf zu reinigen), damit das Vermischen der Rübensäfte so weit vermindert werde, dass es für die Praxis nicht mehr schädlich werden kann.

Ich will bei Besprechung dieses Apparates nur noch einer von mir im Jahre 1859 in der Fabrik zu Kapitanofka getroffenen Einrichtung erwähnen, welche dazu dient, die Wirkung des Apparates in jedem der einzelnen Körper jederzeit controliren zu können. Es wurden nämlich unter jedem der drei Körper kleine (den Montejus ähnliche) eiserne, geschlossene Gefässe gestellt, die einestheils mit den Röhren (aus *k'*, *l* und *m*) der betreffenden Körper in Verbindung standen, anderntheils aber mit den betreffenden Pumpen, die sowohl am oberen, als auch am unteren Theile dieser Gefässe saugend wirken konnten.

Jedes Gefäss hatte einen Wasserstandszeiger der ganzen Höhe nach, hinter dem eine Scala angebracht war, die angab, wie viele Pfunde (oder Maasse) Wasser das Gefäss bis zu jedem Theilstriche enthielt. Wollte man nun die Wirkung dieses Apparates (oder irgend eines Körpers desselben) controliren, so hatte man nur nöthig, das Wasser aus diesen Gefässen durch die Pumpen entleeren zu lassen, dann aber jenen Verbindungshahn zu schliessen, um die Pumpen oberhalb der Briechen während der Dauer des Versuches abziehen zu lassen; man konnte so genau ermitteln, wie viel Pfunde Wasser während einer gewissen Zeit in jedem Körper condensirt, resp. verdampft waren und hatte dadurch eine augenblickliche genaue Controle. Bei dieser Einrichtung konnte man von der Reinheit des Wassers sich überzeugen und auch leicht eine Undichtheit im Apparate wahrnehmen, indem sowohl die Farbe des Wassers im Wasserstandszeiger, als auch der unten angebrachte Probehahn sehr leicht auszuführende Proben gestatteten. Péclet führt in seiner neueren Ausgabe (1860) an (Bd. 2, p. 250), dass Pecqueur in Frankreich eine ähnliche Einrichtung empfohlen habe.

Das durch Condensation der Dämpfe gebildete und von der Briechenpumpe gelieferte Wasser wird seines Ammoniakgehaltes wegen bei erniedrigter Temperatur vortheilhaft zum Reinigen der Presstücher benutzt.

Dieser Ammoniakgehalt hat aber den Uebelstand, dass dadurch die Röhren im zweiten und dritten Körper stark angegriffen werden, „durchgefressen“ wie man sich ausdrückt, was unter Umständen sehr störend für den Betrieb der Fabrik werden kann. In Anbetracht dieser allbekannten Thatsache wundert es mich, dass man den Dämpfen auf dem Wege nach dem folgenden Körper (z. B. im Uebersteigrohre oder in einem besonders dazu construirten Gefässe) das Ammoniak nicht entzieht, um es als Düngemittel den Feldern wieder zuzuführen, bevor es noch schädlich auf das Metall der Röhren wirken kann! Der Gedanke, in dieser Station eine Ammoniak absorbirende Substanz, z. B. Schwefelsäure, bei Darbietung vielfältiger, grosser Oberflächen, mit der erforderlichen Vorsicht anzuwenden, scheint mir sehr nahe zu liegen. Hängen doch selbst intelligente Landwirthe in ihren Schafställen bereits Schalen mit Schwefelsäure auf, um das dort sich entwickelnde Ammoniak zu fixiren.

Jetzt bedient man sich zum Schutze dieser Röhren des Zinkes, welches schneller oxydirt wird als das Kupfer und das letztere daher schützt.

So kann ein Metall, welches für sich von irgend einer Flüssigkeit angegriffen wird, dadurch, dass man es mit einem elektropositiveren Metalle so in Berührung bringt, dass es den negativen Pol einer einfachen Kette bildet, vor dem Anfressen geschützt werden.

Für dieses Princip geben die Versuche Davy's über die Erhaltung des Kupferbeschlages der Schiffe ein schönes Beispiel. Dasselbe Princip hat v. Althaus angewandt, um das Anfressen an eisernen Pfannen, in welcher Salzsoole versotten wird, zu verhindern. Aehnlich diesen Vorgängen kann man die kupfernen Röhren der Abdampfapparate durch eine genügende Menge dünner Zinkstreifen schützen, die vielfach vertheilt werden. Auch wird behauptet, dass das Verzinnen der Röhren einigen Schutz gewähre.

Untersuchen wir nun, wie weit die von den Dampfmaschinen einer Fabrik abgehenden Dämpfe zur Eindickung der Säfte in solchen mehrfach wirkenden Apparaten hinreichen. Wie wir oben gesehen haben, verlangen 1000 Ctr. Rüben täglicher Verarbeitung eine Maschinenkraft von 33 Pferdekräften (nominellen), die per Stunde 1980 Pfd. Dampf liefern, welche auch (nahezu wenigstens) 1980 Pfd. Wasser zu verdampfen im Stande wären.

In unserem Beispiele sind nun per Stunde

2775 Pfd. Wasser aus dem Dünnsafte zu verdampfen;
1980 „ davon werden durch Maschinendampf im ersten Körper verdampft. Es bleiben

795 Pfd. Wasser noch im zweiten Körper zu verdampfen.

Für den zweiten Apparat stehen die aus den 1980 Pfd. verdampften Wassers entwickelten Dämpfe zur Disposition, die, ungefähr um 15 Proc. durch Ausstrahlung etc. vermindert, im zweiten Körper mit (1980 — 297 =) 1683 Pfd. Dampf zur Wirkung kommen.

Der zweite Apparat ist also im Stande, auch 1683 Pfd. Wasser zu verdampfen, und zwar sowohl jene rückständigen 795 Pfd. Wasser bei der Eindickung des blossen Saftes, als auch noch 888 Pfd. von jener Wassermenge, die im Laufe der Fabrikation durch Absüssen der Filter etc. hinzugekommen ist.

Da bei einem Wasserverbrauche zur Saftgewinnung von 20 Proc. im Ganzen per Stunde 2500 Pfd. Wasser zu verdampfen sind, wie wir oben berechneten, so bleiben für den dritten Körper noch (2500—888 =) 1612 Pfd. Wasser zu verdampfen.

Der im zweiten Körper erzeugte Dampf aus 1683 Pfd. verdampften Wassers kommt nun aber, um 15 Proc. (= 252 Pfd.) vermindert, nur mit 1431 Pfd. Dampf im dritten Körper zur Wirkung, kann also auch nur 1431 Pfd. Wasser per Stunde verdampfen, und es bleiben (1612 — 1431 =) 181 Pfd. Wasser per Stunde unverdampft, was 4,4 bis 5 Proc. Wasser des verarbeiteten Rübenquantums ausmacht. Die dreifachen Apparate können also bei einem regelmässigen Gange der Maschinen und bei einer rationellen Einrichtung der Fabrik überhaupt nur eben die Dünnsäfte, die Süsswässer der Knochenkohle und 15 Proc. zur Saftgewinnung verwendetes Wasser bis zum Dicksaft kostenlos eindicken.

Wenn man daher oft hört, man könne jetzt 50 bis 60 Proc. Wasser zur Saftgewinnung verwenden, da man kaum sie mit Hülfe des dreifachen Apparates kostenlos eindicken könne; so beruht dies auf einem Irrthume.

Man kann, wie wir soeben gesehen haben, damit nur 15 Proc. Wasser ohne besonderen Aufwand von Brennstoff verdampfen und wenn die Erfahrung oft zeigt, dass ohne Hülfe von directem Dampf mehr Wasser in diesem Apparat verdampft wird; so hat dies einen anderen Grund, dass nämlich in anderen Pfannen oft vorgekocht, d. h. „ver-

dampft" wird, und oft weit kräftigere Dampfmaschinen (wie z. B. auch bei den Schleudern zur Saftgewinnung) als nöthig verwendet werden, welche weit grössere Dampfmengen verbrauchen, als hier in normalem Zustande angenommen, dass ausserdem endlich oft die sogenannten „Retour-Dämpfe" anderer Kochapparate etc. in diesen Apparaten mit verwandt und nicht gerechnet werden; obschon jedes Mehr an Dampf, welches einen anderen Apparat verlässt und hier noch wirkt, nach der früheren Bestimmung entschieden zu viel aufgewendet wurde, also als ein besonderer Mehraufwand gerechnet werden muss.

Zur besseren Vergleichung der Wirkung der verschiedenen Apparate diene folgende Zusammenstellung:

Nach unserer obigen einfachen Berechnung (eine detaillirtere ist in dem praktischen Rübenzuckerfabrikanten, erschienen bei Fr. Vieweg und Sohn in Braunschweig 1858, p. 98 u. ff. zu finden) kostet die Verdampfung sowohl des Saftes, als der Süsswässer und 15 Proc. Wasserverbrauch bei der Saftgewinnung in Apparaten mit dreifacher Wirkung eigentlich Nichts.

In Apparaten mit zweifacher Wirkung erfordert sie noch (1612 : 7,6 =) 213 Pfd. Steinkohlen, die (à 15 Sgr.) kosten 1 Sgr. 2 Pf. in runder Summa oder per 100 Pfd. Saft = 10,2 Pf., während bei Apparaten mit einfacher Wirkung, aber mit Benutzung der abgehenden Maschinendämpfe jene Kosten wenigstens = 1 Sgr. 8,1 Pf. per 100 Pfd. Saft betrügen und die Verdampfung mit directem Dampfe per 100 Pfd. Saft unter denselben Verhältnissen aber 2 Sgr. 9 Pf. kosten würde.

Aus diesen Angaben kann der Rübenzuckerfabrikant leicht auf das für seine Verhältnisse Vortheilhafteste schliessen.

Um in solchen Apparaten auch alle zur Disposition stehenden Dämpfe der Dampfmaschinen zur Wirkung zu bringen, bedarf man einer grossen Heizfläche. Die Erfahrung lehrt, dass 1 Quadratfuss Heizfläche in solchem Apparate circa 4 bis $4^1/_2$ Pfd. Wasser verdampft, um daher 1980 Pfd. Maschinendampf zu condensiren, müssten 495 bis 440 Quadratfuss Heizfläche in dem ersten Körper vorhanden sein, und da die Temperaturdifferenz in den beiden folgenden ebenso gross, nämlich 10^0, so müssen auch die Heizflächen derselben gleich sein, oder in jedem Körper (440 . 3 =) 1320 Quadratfuss für den ganzen Apparat in drei Körpern.

(440 . 2 =) 880 Quadratfuss für einen Doppelapparat
und 440 „ für einen einfachen do.

bei geradstehenden Röhren.

Auf dieser Fläche kann unter den hier gegebenen Verhältnissen nicht mehr Dampf condensirt werden. Ein solcher Apparat würde daher auch nicht mehr zu verdampfen im Stande sein, wenn man bedeutend mehr und selbst die doppelte Dampfmenge von gleicher Temperatur und Spannung zur Disposition stellte, da die Condensation immer proportional der gegebenen Oberfläche (bei gleicher Temperaturdifferenz) ist. Diese Apparate in ihrer Wirkung zu verstärken, könnte nur durch Erhöhung der Temperatur des Dampfes (also bei gleichem Drucke durch eine Ueberhitzung desselben) oder durch eine Verminderung der Temperatur (durch viel kaltes Wasser im Condensator) im letzten Körper ermöglicht werden. Nichtsdestoweniger kann man mit solchen Apparaten mehr Rüben verarbeiten, wenn man z. B. weniger Saft (z. B. 80%) gewinnt, weniger Kohle verwendet und daher weniger Süsswässer erhält, oder sich gar begnügt, die Säfte darin nur zu 18 oder 24° Bé. einzudicken, um sie im Vacuo mit directem Dampfe weiter einzukochen. Die Angaben der Grösse der erforderlichen Heizfläche variiren daher je nach den verschiedenen Ansichten über das zu erzielende Resultat.

Dagegen leistet die gleiche Grösse der Heizfläche in Form von Schlangenröhren, in denen der Dampf zur Wirkung kommt, bedeutend mehr. Viele geben an, dass 50 bis 60% der Heizfläche der geradstehenden Röhren genügten, um in Schlangenform denselben Effect wie diese hervorzubringen, oder dieselbe Heizfläche lieferte in letzterer Form einen um 40 bis 50% höheren Effect.

Es genügten daher für eine Verarbeitung von 1000 Ctr. Rüben in 24 Stunden bei Anwendung von Schlangenröhren

220	Quadratfuss bei einfacher	Wirkung
440	„ „ zweifacher	„
660	„ „ dreifacher	„

Der Grund davon scheint theils in der besseren Verdrängung der Luft aus den Heizröhren, die der Dampf rasch und leicht verdrängen kann, theils in dem kleineren Volumen zu liegen, indem der Dampf nicht beständig expansirt wird.

Dass kupferne Schlangenröhren die grösste Biegsamkeit und Dauer besitzen, ist bekannt, und ein Röhrensystem, bei dem viele geradestehende Röhren in feste eiserne Bleche genietet sind, lässt hauptsächlich der ungleichen Ausdehnung wegen Vieles zu wünschen übrig. In Hinsicht der Dauer, der Elasticität und der Leichtigkeit, mit der sie aus-

gewechselt werden können, verdienen daher gebogene Röhren einigen Vorzug.

So hatte ich 1856 im „praktischen Rübenzuckerfabrikanten" pag. 108, und 1858 in „Reiseberichte über Böhmens Rübenzuckerfabrikation" Apparate mit kupfernen Schlangenröhren beschrieben, die zu jener Zeit schon in circa 50 Fabriken Deutschlands Eingang gefunden hatten. Trotzdem scheint Péclet in der dritten Ausgabe seines Werkes (Traité de la chaleur) im Jahre 1860 solche Apparate noch nicht gekannt zu haben, wenn er Band II, §. 1435 sagt: „Ohne von praktisch anwendbaren Dispositionen abzuweichen, liesse sich wohl eine weit vortheilhaftere Combination treffen, als die von Pecqueur und Robert. Jeder Körper würde ein oder mehrere Schlangen enthalten, die der Retourdampf durchströmt. Das ist gewiss die einfachste Disposition, die man anwenden kann, da jede Schlange nur zwei Verbindungspunkte haben würde. Die stärksten Veränderungen der Temperaturen würden höchstens die Biegungen der Röhren ein wenig verändern, ohne eine Undichtheit zu veranlassen. Die Elasticität und Solidität der Kupferschlangen scheint bekannt. Inwendig bewegt sich der Dampf, der keine Reinigung veranlasst, aussen sind sie leicht gereinigt."

Mit diesen Worten stellte Péclet im Jahre 1860 sein Ideal eines Abdampfapparates hin, welches also schon im Jahre 1856 in Deutschland in nachstehender Form (Fig. 133 u. 134 a. f. S.) ausgeführt war.

Der abgehende Maschinendampf tritt durch das Rohr *c* und das Ventil *a* in den Doppelboden *b*, der nicht nur dazu dient, das etwa condensirte Wasser hier abzusondern (auch die Stelle des Dampfsammlers zu vertreten), oder beim zweiten Körper den etwa überspritzenden Zuckersaft aufzufangen und im Wasserstandsglase *d* zu zeigen, sondern auch zugleich eine seinem oberen Theile proportionale Heizfläche darzubieten und den Dampf durch die aufwärts gehenden Röhren *ff* in die Röhren *ee* zu vertheilen. Der Retourdampf durchläuft die Windungen der Röhren *ee* und fliesst condensirt bei *g g'* als Wasser ab. *f* und *g* bilden die einzigen Befestigungspunkte der Röhren. *h* dient zum Zuführen etwa erforderlichen directen Dampfes.

i ist der Einfluss des dünnen Saftes.

k ist der Abfluss des eingedickten Saftes.

l Montejus.

m Saftstandszeiger.

n ein Gefäss, worin der Saft auf seine Concentration geprüft und nach

dieser Prüfung sogleich wieder in den Apparat zurückgezogen werden kann.

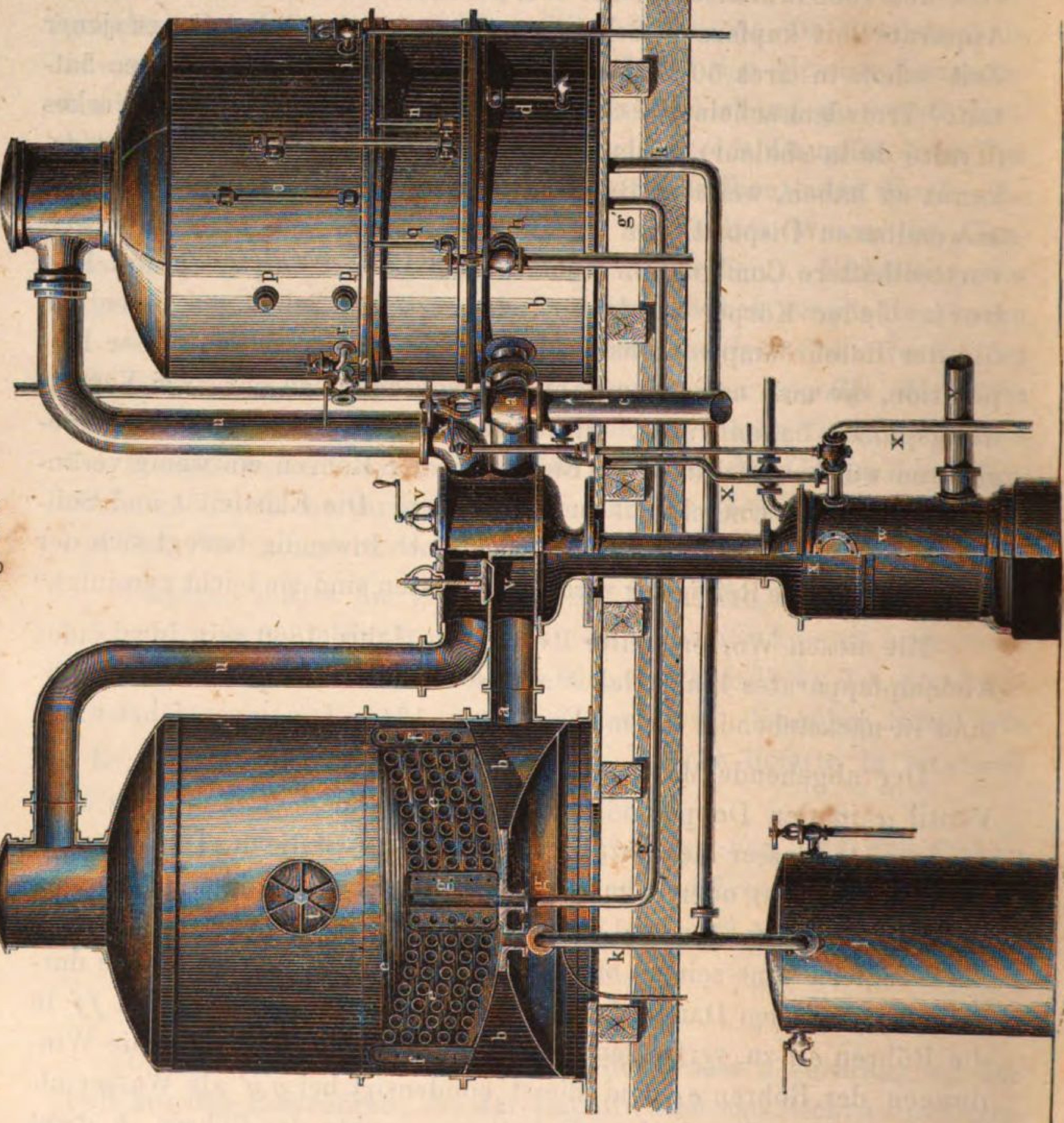
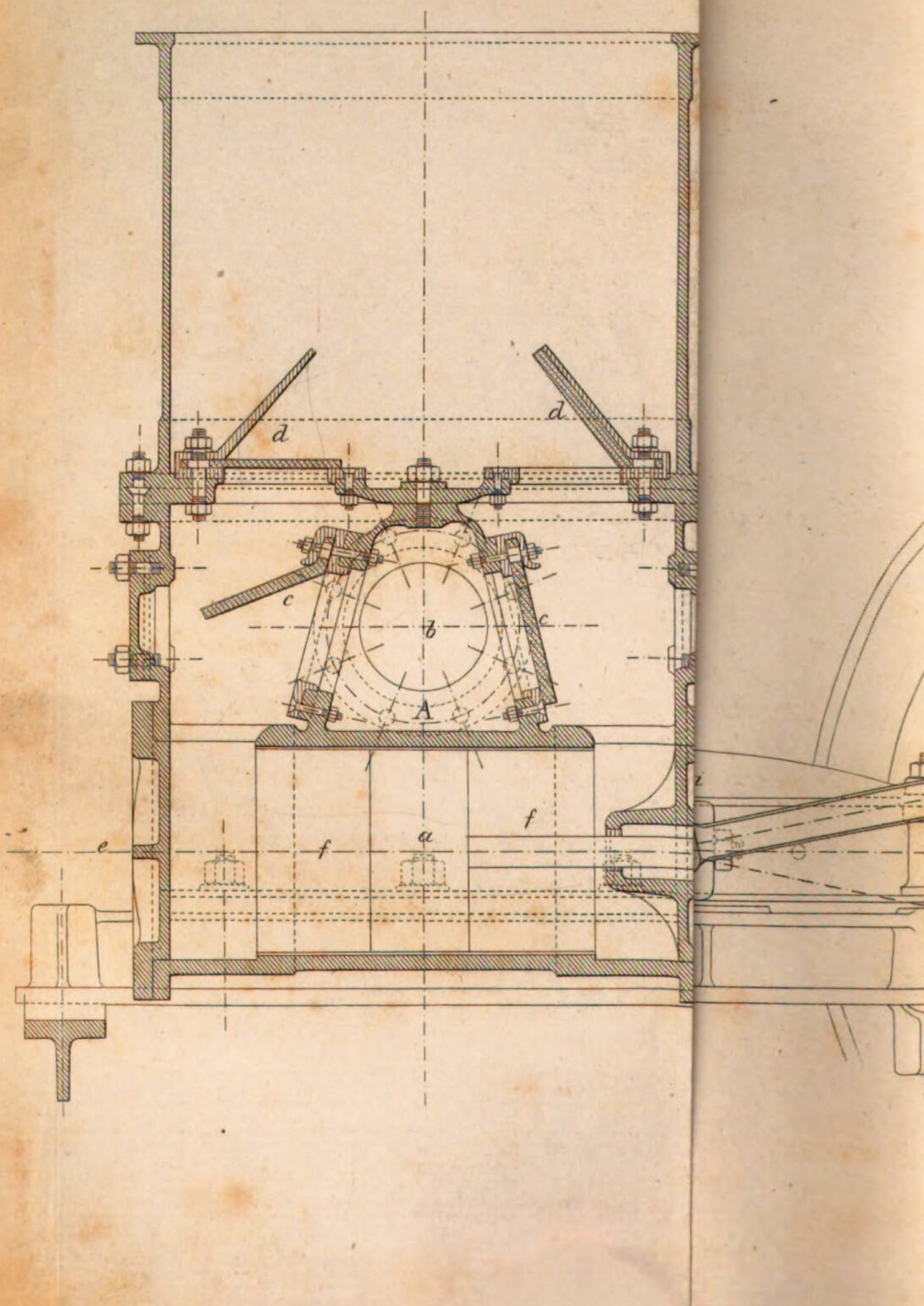


Fig. 133.

o Quecksilbermanometer oder Federmanometer.
p Glasscheiben zum Einsehen in den Apparat.
q Thermometer.
r Lufthahn.
s Uebersteigrohr des Saftes.

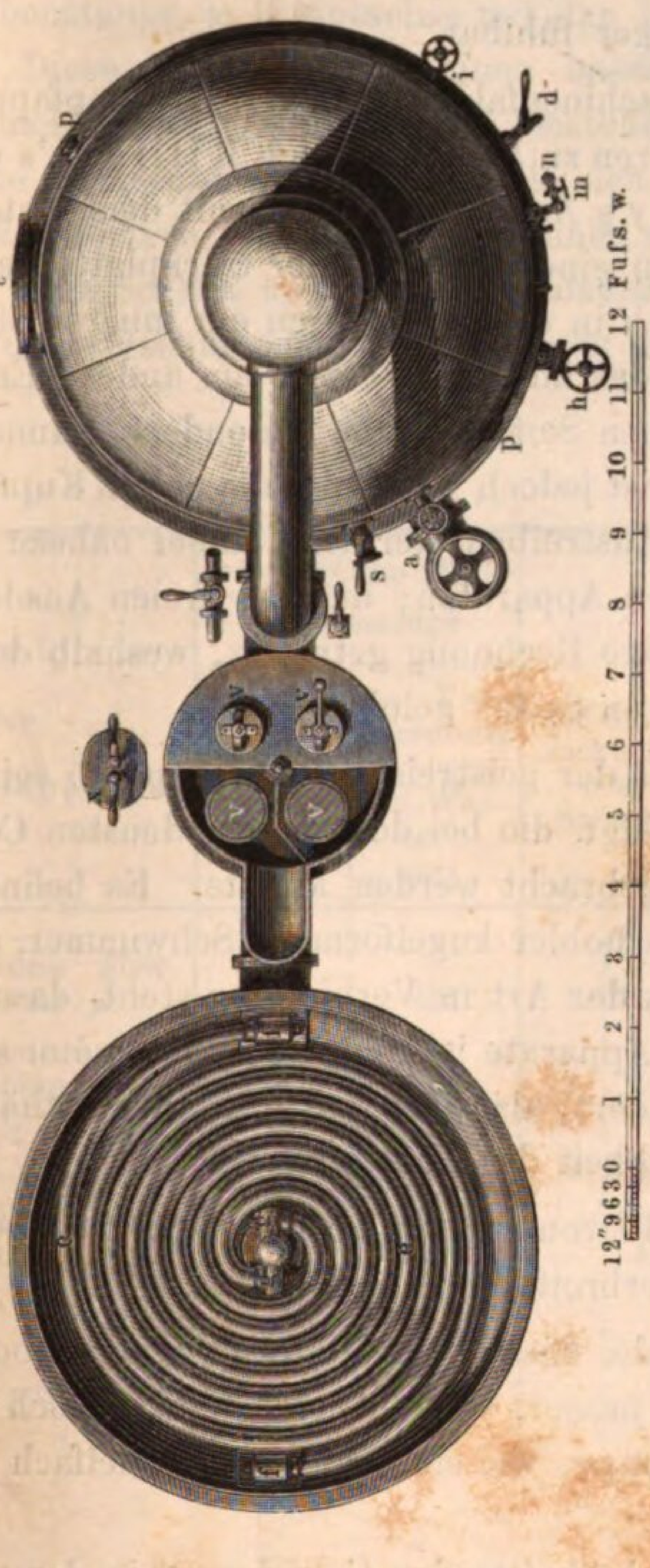


d
d
c
c
b
A
i
f
e
f
a

t Mannloch.

u Röhren, welche die Dämpfe aus der Zuckerlösung entweder in den zweiten Körper oder beliebig in den Condensator abführen.

Fig. 134.



v Ventile zum Reguliren, um im Nothfalle mit einfacher Wirkung arbeiten zu können, oder nach Belieben die doppelte Wirkung des Dampfes anzuwenden.

w Condensator.

x Wassereinströmung mit Hahn, dessen Handgriff sich oben befindet.

y das zur Luftpumpe führende Rohr.

Eine etwas bessere Construction habe ich in diesem Jahre in der Zuckerfabrik Nabutoff beim Fürsten Lopuchin aufgestellt. Jedes Rohr hat dabei beim Ein- und Ausgange ein Ventil, so dass bei dem etwaigen Undichtwerden einer Röhre während der Arbeit dieselbe sogleich abgeschlossen werden kann, ohne den Betrieb des Apparates auch nur zu unterbrechen. Zugleich sind Vorrichtungen angebracht, um sich jeden Augenblick überzeugen zu können, ob irgend ein Rohr undicht geworden ist. Diese Anordnung empfiehlt sich besonders für Russland, wo mechanische Werkstätten nicht in der Nähe sind.

Bei allen mehrfach wirkenden Apparaten ist die Einrichtung, jeden einzelnen Körper ganz nach Wunsch als einfach wirkenden, unabhängig von den anderen Körpern, benutzen zu können, um so wesentlicher, da die Rübenzuckerfabriken oft auf dem Lande liegen, wo

grössere Reparaturen an einem Körper nicht so leicht und rasch auszuführen sind. Kann dann jeder Körper nach Belieben selbstthätig arbeiten, so ist wenigstens keine Verzögerung der Fabrikation dadurch veranlasst und der Schaden weniger fühlbar.

In neuerer Zeit schlugen Maschinenfabrikanten vor, Abdampfapparate mit horizontal liegenden Röhren zu bauen, ähnlich Rillieux's erster Anordnung und Dolainsky's Ausführung, nur mit dem Unterschiede, dass die Röhren nur an einer Seite an der Stirnplatte befestigt sind, von wo der Dampf sich in dieselben durch ein inneres dünnes Rohr vertheilt und auch in das äussere grössere am andern Ende verschlossene Rohr nach derselben Seite in eine besondere Kammer zurückströmt. Diese Einrichtung ist jedoch wegen der doppelten Kupferröhren zu kostspielig und das Austreiben der Luft dabei nahezu so schwierig, wie in allen ähnlichen Apparaten; nur der freien Ausdehnung nach einer Seite wäre einige Rechnung getragen, weshalb denn auch diese Apparate von mehreren Seiten gelobt werden.

Hier will ich erwähnen, dass der geistreiche Péclet p. 115 seines Werkes eine Einrichtung vorschlägt, die bei den verschiedensten Constructionen dieser Apparate angebracht werden könnte. Es befindet sich nämlich in jedem Körper ein hohler kugelförmiger Schwimmer, der mit dem Zuflusshahne des Saftes der Art in Verbindung steht, dass er ihn schliesst, wenn viel Saft im Apparate ist und ihn öffnet, wenn sich die Höhe der Flüssigkeit vermindert, also den Saftzufluss selbstthätig, unabhängig von der Geschicklichkeit des Arbeiters regulirt.

Der Gedanke soll schon 1840 von Pecqueur angegeben worden sein und scheint eine weitere Verbreitung zu verdienen.

Obschon oben erwähnt wurde, dass die Leistungsfähigkeit trockener Luftpumpen höher sei, als nasser, so folgt doch hierbei noch die Abbildung einer letztern Luftpumpe, wie sie neuerer Zeit vielfach angewandt wird (Fig. 135).

Die Pumpe *A* zeigt im Durchschnitte den Cylinder *ff*, in dem der Kolben *a*, oft gar nicht dicht schliessend, hin- und hergeht und dabei von jeder Seite das Wasser, welches er durch das Rohr *b* und die Kautschukklappen *cc* in den Pumpencylinder saugt, beim Rückgange durch die Klappen *dd* (ebenfalls von Gummi) ausstösst. Der Deckel *e* lässt sich abschrauben, der Pumpenkolben *a* daher leicht reinigen, ebenso wie der Cylinder *ff*, was immerhin bei den häufigen Ansammlungen der festen Theile des Wassers in demselben von Wichtigkeit ist. — Die

Maschine *B* kann 80 Hübe in der Minute machen und giebt dadurch einen verhältnissmässig hohen Effect.

g Dampfeinströmungsrohr in den Dampfcylinder *h*, *i* Führung, *k* Kolbenstange, *w* Hauptachse mit den Lagern und dem Schwungrad.

Diese liegenden Maschinen haben wenigstens den Vortheil der Einfachheit und Solidität. Die beistehende Maschine ist von der Eisenhütte zu Ilsenburg gezeichnet, die sich durch solide Arbeit für Rübenzuckerfabriken besonders auszeichnen soll.

Zum Schluss noch eine Zusammenstellung der Verdampfungskosten bei den verschiedenen Einrichtungen und Apparaten.

Art der Verdampfapparate.	erforderliche Steinkohlenmenge		Geldausgaben						Nöthige Heizfläche in Quadratfuss.	Arbeitspersonal für 1000 Centner Rüben.
	zur Eindickung des Saftes.	zur Verdampfung zugesetzten Wassers.	für Eindickung des Saftes		für Verdampfung des Wassers.		in Summa.			
	Pfd.	Pfd.	Sgr.	Pf.	Sgr.	Pf.	Sgr.	Pf.		
Offene Pfanne über freiem Feuer . . .	481	433	1	11,1	1	8,8	3	8	879,5	8
Offene Pfannen mit Dampfschlangen .	360	325	1	5	1	4	2	9	233	7
Apparat mit directen Dämpfen	360	325	1	5	1	4	2	9	139	2
Einfacher Apparat mit Retourdämpfen . .	105	329	—	4,1	1	4	1	8,1	211	2
Zweifach wirkender Apparat	—	213	—	—	—	10,2	—	10,2	440	2
Dreifach wirkender Apparat	—	—	—	—	—	—	—	—	660	2

Ueber das Verkochen des Zuckers im Vacuumapparate.

Der möglichst gereinigte, eingedickte Saft ist noch keine reine Zuckerlösung, da aber der jetzige Standpunkt der Rübenzuckerindustrie noch nicht die Abscheidung der sämmtlichen „Nichtzucker"-Bestandtheile gestattet, so dass der reine Zucker zurückbliebe, so wird aus der noch ziemlich unreinen Zuckerlösung (Dicksaft genannt) der grösste Theil des Zuckers durch Krystallisation in reinerem Zustande abgeschieden, indem die Krystalle, die sich in den Lösungen bilden, nur einen sehr kleinen Theil dieser Flüssigkeit mechanisch zwischen ihren Partikelchen einschliessen, den grössten Theil der in der Lösung enthaltenen fremden Bestandtheile aber leicht mechanisch abzusondern erlauben. Auf diese Weise erhält man einestheils einen reinen Zucker in Form von festen Krystallen, anderntheils eine gesättigte und den grössten Theil der fremdartigen Substanzen enthaltende Zuckerlösung, den sogenannten Syrup, dessen weitere Verarbeitung in einem späteren Kapitel betrachtet werden wird.

Der langsam aus einer reinen Lösung krystallisirende Zucker schiesst in einer schönen, grossen, regelmässigen Krystallform an, wie in Fig. 136 dargestellt ist. Häufig erscheinen an den Zuckerkrystallen noch die spitzen Kanten und Ecken abgestumpft, wie dies Fig. 137 zeigt.

Fig. 136.

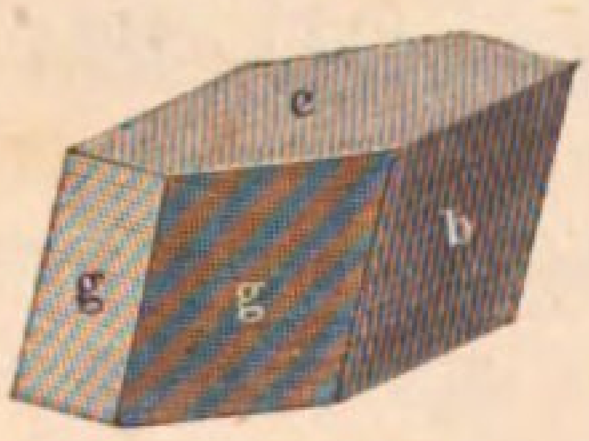


Fig. 137.



Diese regelmässige Krystallform des Zuckers wird aber bei schneller Krystallisation zu kleinen verwirrten und undeutlichen Krystallen verunstaltet, die sich zu unregelmässigen Gruppen zusammenhäufen, an denen man oft kaum ein krystallinisches Gefüge zu erkennen vermag.

Während die ungestörte und langsame Krystallbildung die grosse und regelmässige Krystallform des Kandiszuckers bewirkt, wird das feinkörnige Gefüge des Hutzuckers (Melis, Raffinade etc.) sowohl durch

heftige Bewegung und dadurch herbeigeführte Störung einer normalen Krystallbildung allein, als auch hauptsächlich durch eine starke Eindickung und dadurch bewirkte sehr rasche Krystallbildung erzielt.

Wenn man nämlich eine Zuckerlösung so stark eindickt, dass sie bei einer höheren Temperatur nur eben noch flüssig bleibt, und sie dann bei einer niedrigeren Temperatur sich selbst überlässt, so wird, da sie nicht Wasser genug enthält, um sämmtlichen Zucker in Lösung zu erhalten, eine dem (je nach den verschiedenen Temperaturen) Lösungsvermögen des Wassers entsprechende Menge Zuckers durch Krystallisation ausgeschieden, und zwar wegen des schnellen Fortganges derselben in feinkörnigem Zustande.

Dieser Vorgang findet in den Fabriken statt, indem man den Dicksaft im Vacuum bis zur „Fadenprobe" eindickt, d. h. bis er sich zwischen den Fingern in Fäden ziehen lässt. Man nennt diesen Vorgang „Blankkochen", weil der Saft dabei blank und klar bleibt, während er beim „Kornkochen" durch schon sich bildende Krystalle getrübt wird.

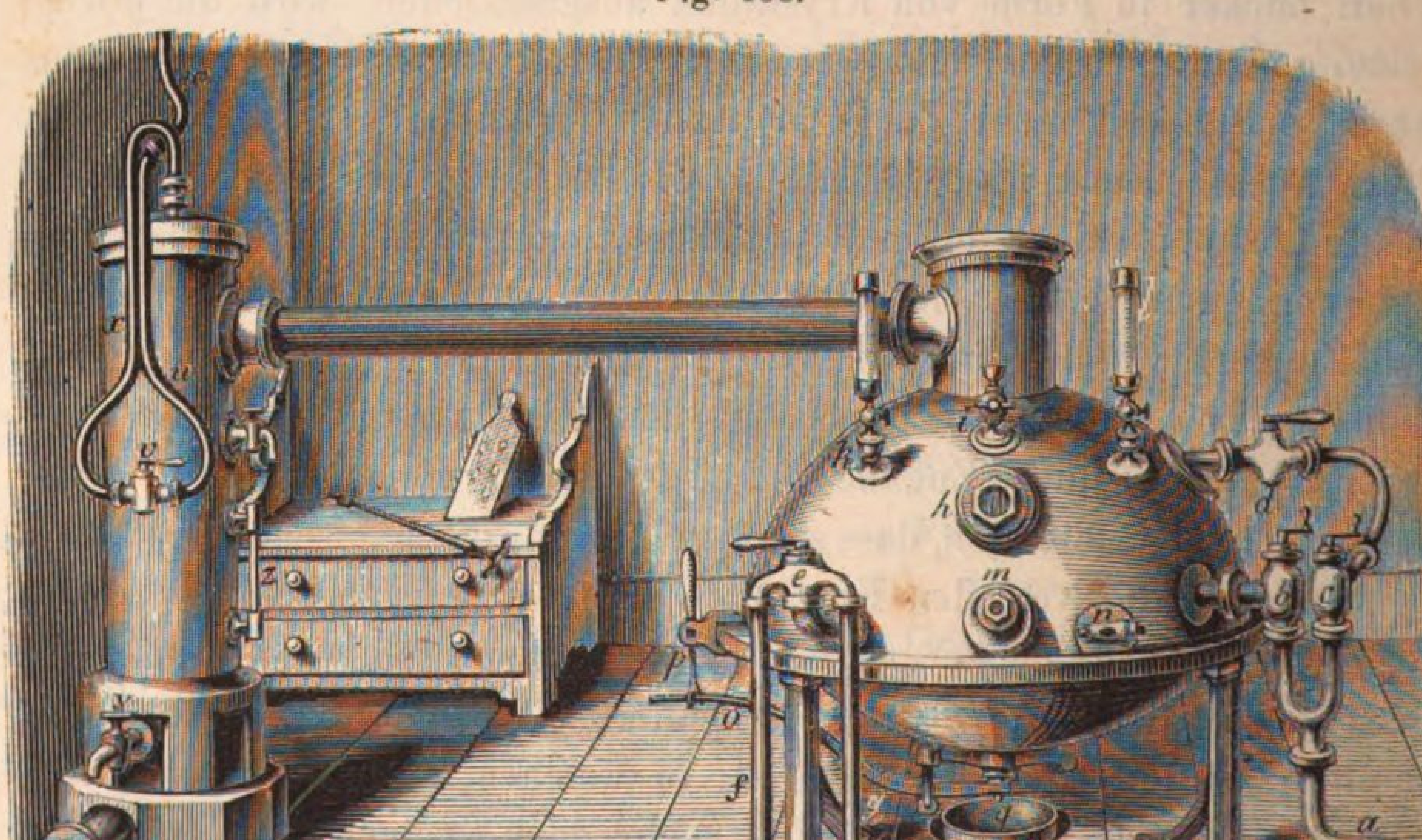
Wenn der Saft bis zu diesem Punkte im Vacuum eingedickt ist, so scheiden sich aus demselben eine Menge kleiner Zuckerkrystalle aus, welche man durch das sogenannte „Nachziehen" einer etwas verdünnteren Zuckerlösung (siehe Seite 460) beliebig vermehren und vergrössern kann. Nachdem nun aus der concentrirten Zuckerlösung ein Theil Zucker in Form von Krystallen ausgeschieden, wird die übrige Lösung dünnflüssiger und gestattet deshalb, das Kochen und das Ausscheiden von mehr Zuckerkrystallen fortzusetzen. Ja man kann diese Ausscheidung im Apparate so weit treiben, dass die zurückbleibende Lösung, welche den unkrystallisirbaren Antheil oder die „fremden Beimengungen" enthält, nach dem Erkalten zu dickflüssig ist, um von den Zuckerkrystallen freiwillig abzufliessen. Man nennt diese Operation das „Trockenkochen" und ist in diesem Falle genöthigt, diese concentrirte Lösung durch Zugabe von Syrup oder dergleichen nur eben wieder soweit zu verflüssigen, dass sie mittelst einer mechanischen Kraft (der Centrifugalkraft) von den Krystallen entfernt werden kann. Solche „trocken" gekochte Zuckermasse enthält nur 5 bis 6 Proc. Wasser, während sonst gewöhnlich ein Wassergehalt von 10 bis 12 Proc. in dieser sogenannten „Füllmasse" vorhanden ist, in welchem Falle die Lösung mit Zucker und Nichtzucker gesättigt, mehr oder weniger rasch freiwillig abtropft. In der Praxis sagt man, der Sud (die Menge des Zuckersaftes in einem Apparate) ist schwerer oder „stramm" gekocht, wenn die Füll-

masse etwas weniger Wasser enthält, wenn die Tropfen des Syrups in grösseren Zeiträumen aus der unteren Oeffnung eines „grünen" Brodes fallen; er heisst hingegen „lucht" oder „leicht" gekocht, wenn noch so viel Wasser in der Füllmasse geblieben, dass der Syrup rasch abtropft, und z. B. mehr als 6 Tropfen per Minute aus einer Melisform fallen.

Es ist erklärlich, dass die Ausscheidung der Krystalle oder das „Kochen auf Korn" im Apparate nur dann gelingen kann, wenn die verkochten Säfte sehr reich an Zucker und arm an fremdartigen Beimengungen sind. Diese verhindern die Ausscheidung der Krystalle, die Beweglichkeit der Lösung etc., und dies tritt gewöhnlich schon ein, wenn in 100 Theilen fester Substanz 30 Proc. „Nichtzucker" enthalten sind. Wenn in 100 festen Theilen 25 Proc. fremde Stoffe vorhanden sind, die Lösung von 1,100 specif. Gewicht in Ventzke's Polarimeter mithin 75 Proc. Zucker anzeigt, so geht die Krystallbildung schon schwierig oder doch langsam von Statten; bei 85 Proc. Zucker in 100 festen Theilen ist sie normal, bei höherem Procentgehalte geht sie rasch vor sich.

Wir wollen zunächst die zum Verkochen am meisten angewandten Apparate betrachten. Die Figuren 138 und 139 stellen sowohl die äussere Ansicht, als auch die innere Einrichtung einer solchen „Vacuumpfanne" dar.

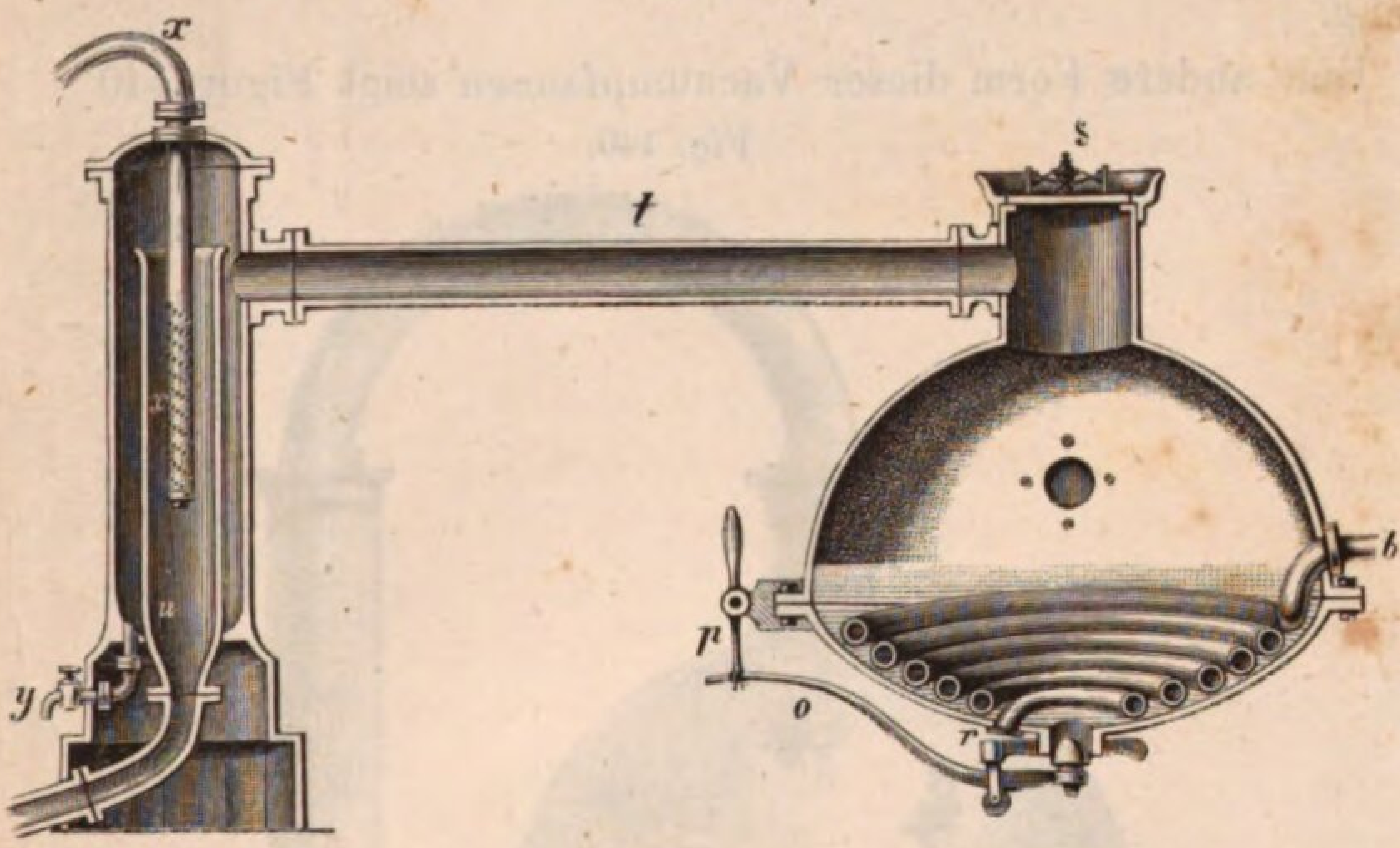
Fig. 138.



a ist das Zuleitungsrohr für directen Dampf.

b ist die Abzweigung, welche den Dampf in das Schlangenrohr des Apparates selbst leitet. Ein Ventil gestattet das Zu- oder Abstellen des Dampfes. *r* dient zum Abfluss des condensirten Dampfes.

Fig. 139.



c und *d* führen den Dampf zum oberen Theil des Apparates, in dem er sich expandirt und an der Wand condensirt, als heisses Wasser abläuft. Man nennt diese Methode der Reinigung das „Ausdämpfen“ des Apparates.

e ist der Hahn zum Einlassen der zu verkochenden Flüssigkeit, die durch *f* oder *g* aus den betreffenden Reservoiren zugeführt wird.

h ist eine Glasscheibe zum Beobachten des Kochens,

i der Lufthahn (Butterhahn) etc.

k das Barometer,

l das Thermometer.

m der Probestecher,

n der Probehahn, dessen Wirbel nur eine Vertiefung hat, die sich mit Zucker füllt, sobald dieselbe nach dem Apparate hin gedreht wird und beim Zurückdrehen der Zuckermenge auslaufen lässt,

o der Hebel, an welchem der Conus sitzt, der die Abflussöffnung verschliesst; durch *p* wird der Hebel *o* herab-, also der Conus angedrückt,

q Ablassrinnen zum Aufnehmen und Wegleiten der eingedickten Zuckermasse,

s oberes Mannloch,

t Rohr, welches die aus dem Safte entwickelten Dämpfe nach dem „Condensator“ führt,

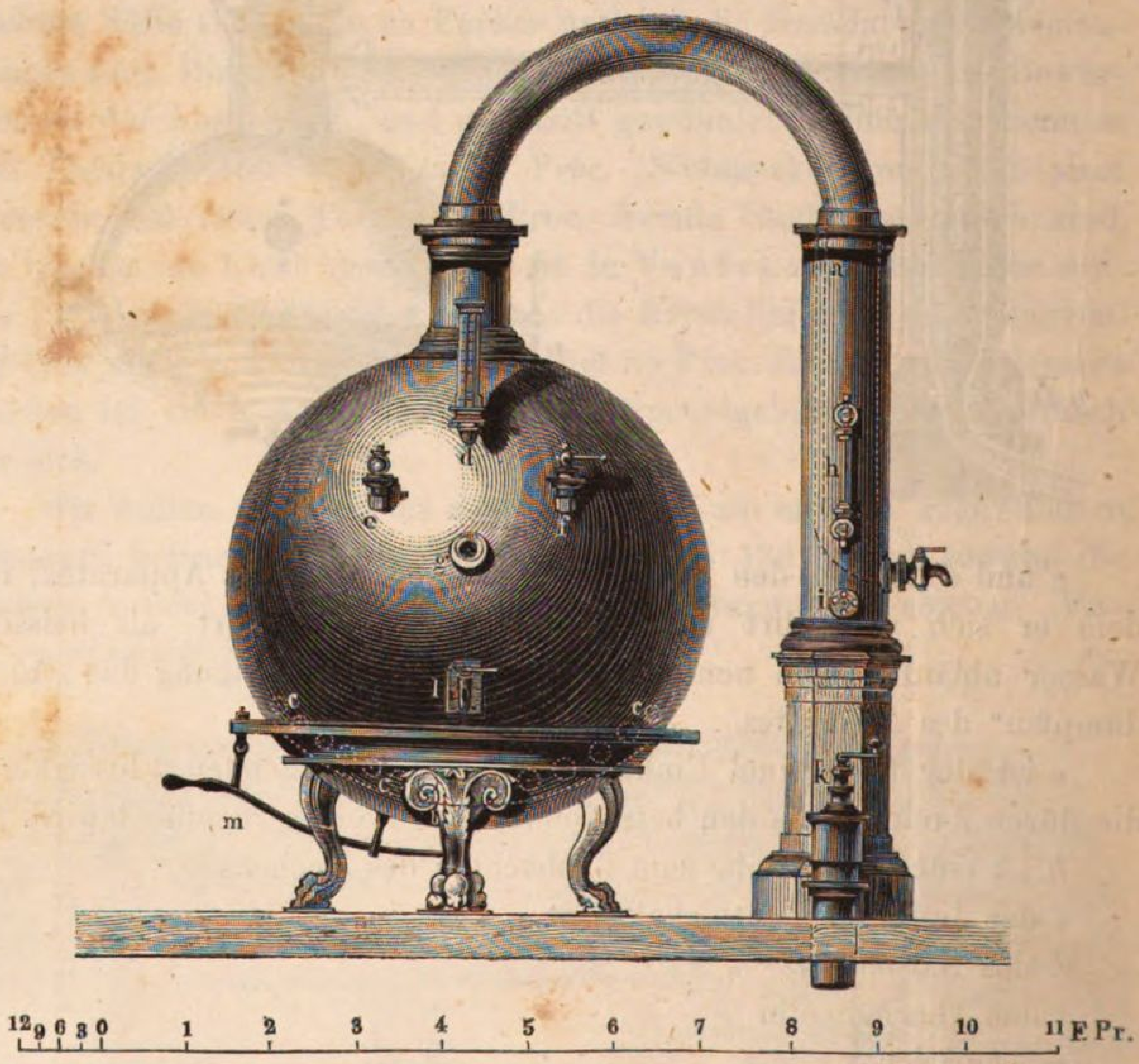
x Einspritzrohr des kalten Wassers, welches dann durch

u zur Luftpumpe abgeführt wird,

y dient zum Ablassen der beim Kochen etwa übergerissenen Zuckerlösung.

Eine andere Form dieser Vacuumpfannen zeigt Figur 140.

Fig. 140.



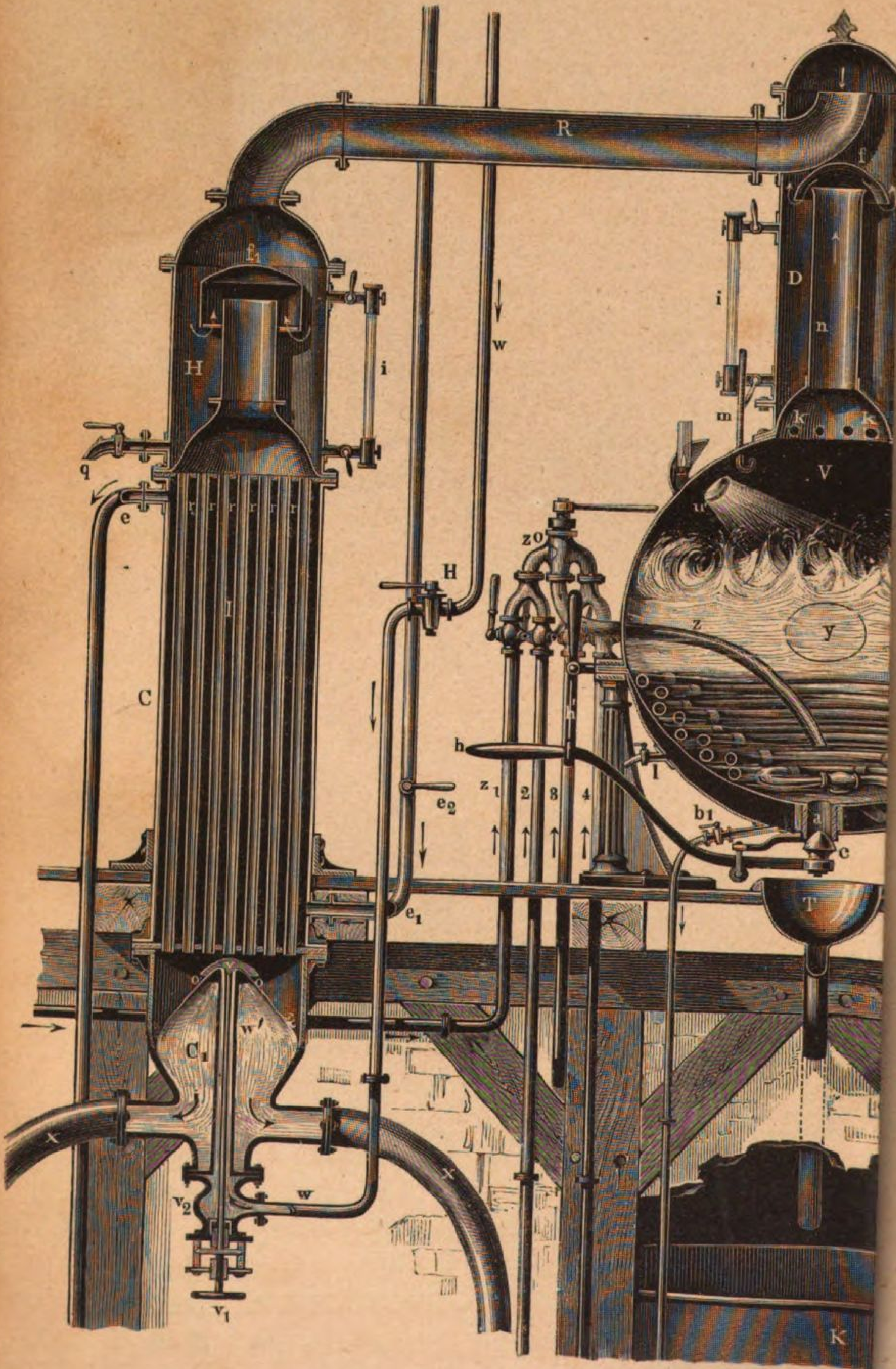
a Sicherheitssäule mit Condensator,

b Doppelboden, in dem ebenfalls Dampf circulirt, um die ausgeschiedenen und am Boden des Apparates abgelagerten Zuckerkrystalle in hoher Temperatur zu erhalten.

c Durchschnitt der Schlangenrohre. *d* Manometer und Thermometer. *e* Sicherheitsventil. *f* Lufthahn. *g* Glasscheibe. *h* Flüssigkeitsstandszeiger. *i* Einspritzhahn für das Condensationswasser. *k* Ventil im Rohre zur Luftpumpe. *l* Probehahn, *m* Abflusshahn für den fertig verkochten Saft.

(Zu Seite 557.)

Fig. 141.



Eine dritte sehr wirksame Construction der Vacuumapparate, wie sie in neuester Zeit von Fr. Zickerick in Wolfenbüttel ausgeführt werden, zeigt Fig. 141.

V ist die Kochpfanne mit dem Dome *D*, aus welchem das Rohr *R* in den Condensator *C* führt. Die zu verkochende Flüssigkeit wird durch den äussern Luftdruck aus den unter dem Vacuum stehenden Reservoiren durch die Rohre z^2, z^3 und z^4, den Saughahn z^0 und das Rohr *z* in das luftleer gepumpte Vacuum gehoben. Das Rohr z^2 führt Dicksaft, z^4 Melisklärsel und z^3 Syrupe aus den Bassins der Füllstube, z^1 dagegen Wasser zum Reinigen des Apparates. Der directe Dampf tritt aus dem Rohre *d* theils durch das Ventil d_1 in die Dampfschlange *s*, theils durch d_2 in den Doppelboden *b*, während das condensirte Wasser durch s_1 (aus *s*) und b_1 (aus *b*) abgeführt wird. *l* ist ein am Doppelboden angebrachter Lufthahn zum Auslassen des Heizdampfes und Einlassen von kalter Luft. *a* Abfluss des fertig gekochten Saftes, mittelst des Hebels *h* und der Gabel *h'* durch den Conus *c* geschlossen. *T* Trichter zum Ablassen der Füllmasse in den Kühler *K*, *p* Probestecher, *t* Thermometer, *m* Barometer, *g* Luft- und Fetthahn, *u* und *u'* Glasaugen, *y* Mannloch. Die vielleicht trotz der Verengerung des Rohres *n* übergekochte und von der Fangkappe *f* zurückgehaltene Masse fliesst durch die Löcher *kk* in das Vacuum zurück. Der Condensator *C* besteht aus drei Theilen: 1) dem „Sturzkessel“ (Uebersteiger) *H* zur Aufnahme des vielleicht übergekochten Saftes; 2) dem Röhrencondensator *I*, in welchem die Dämpfe an der inneren Wandung der vielen, von kaltem Wasser umflossenen Messingröhren (ca. 12000 □' Kühlfläche) zum grossen Theile condensirt werden; 3) dem Einspritzkörper C_1, in welchem sie beim Zusammentreffen mit der trichterförmig ausströmenden Wasserhaut *o* vollständig verdichtet werden, und aus welchem die Röhren *xx* zur nassen Luftpumpe führen. Zur Erzeugung der Wasserhaut *o* trägt das Rohr w^1 oben eine trichterförmige Umbiegung. Die Weite der zwischen dieser und der concaven Unterfläche des Ventilkörpers *v* erzeugte ringförmige Oeffnung kann mittelst der Stellscheibe v_1 regulirt werden. Bei stark inkrustirendem Wasser braucht nur dann und wann das Ventil *v* etwas höher gestellt zu werden, während man bei der älteren Einspritzung durch feine Löcher diese öfters ausbohren und das Einspritzrohr wechseln musste. Mittelst dieser vollständigen Condensation kocht ein solcher Apparat 65 Centner Dicksaft von 46⁰ Brix (kalt gewogen) in ca. $1^1/_4$ bis $1^1/_2$ Stunden fertig zu $33^1/_3$ Centner Füll-

masse von 90° Brix (kalt gewogen), verdampft also $32^2/_3$ Centner Wasser.

Dass man bei Kochapparaten auch die trockene Luftpumpe mit freiwilligem Wasserabfluss anstatt der nassen Luftpumpe anwenden kann, braucht wohl kaum gesagt zu werden.

Nachdem wir die Einrichtung der Apparate betrachtet haben, gehen wir zum Kochen des Zuckers in demselben über.

Wie einfach auch diese Operation erscheinen mag, wenn wir dieselbe nach der gewöhnlichen Theorie „eine Flüssigkeit bis zu einer gewissen Consistenz einzudampfen" betrachten, wie richtig auch der Grundsatz ist, dass die Saftgewinnung stets der wichtigste Theil der Runkelrübenzuckerfabrikation bleiben wird, da selbst der geschickteste Sieder nicht im Stande sein würde, aus einem verdorbenen Safte ein gutes Product zu kochen, so lässt es sich doch nicht leugnen, dass auch ein sorgfältiges Eindicken wesentlich zur Vervollkommnung eines guten Productes beiträgt. Ich erlaube mir deshalb im Folgenden einige Erfahrungen mitzutheilen, für deren Richtigkeit die dadurch erzielten Resultate sprechen dürften.

Obschon in der Rübe, folglich auch in dem Safte nur reiner krystallisirbarer Zucker enthalten ist, so setzt sich derselbe bei der Unvollkommenheit der jetzigen Fabrikationsmethoden während der ersten Operationen theilweise zu unkrystallisirbarem Zucker (Syrup) um. Es ist nun die Aufgabe des Sieders, den grösstmöglichsten Theil des im Saft enthaltenen krystallisirbaren Zuckers durch die Krystallisation zu gewinnen, und zwar so, dass die Nichtzuckerbestandtheile so weit von ihm getrennt werden, als es überhaupt die Natur des Syrups (welcher stets eine gesättigte Lösung von Zucker bleibt) zulässt. Je vollkommener dies gleich bei dem ersten Producte erzielt wird, desto besser war die Kunst des Siedens gehandhabt.

Man unterscheidet die langsame, ruhige und die rasche, gestörte Krystallisation. Die Arbeit auf Candis und Rohzucker bedient sich der langsamen, die Anfertigung von Raffinade und Melis der raschen und gestörten Krystallisation.

Während der ersten Entwicklung der Fabrikation war man wegen der schlechten Beschaffenheit der Säfte genöthigt, sich der langsamen Krystallisation zu bedienen, damit der Zucker Zeit genug erhalte, sich in Krystallen auszuscheiden; doch glaube ich hier über die Art und Weise des damaligen Siedens, wie überhaupt auch über das Geschichtliche dieses Themas weggehen zu dürfen, da dasselbe in dem rühm-

lichst bekannten Lehrbuche der landwirthschaftlichen Gewerbe von Otto etc. genügend erörtert worden ist. Ich werde deshalb hier nur das Kochen im Vacuum betrachten, wobei ich voraussetze, dass man es nur mit einem gesunden Safte dabei zu thun hat; denn ein saurer Saft schäumt zu leicht auf, ein zu kalkhaltiger (besonders gemischt mit parapektinsaurem Kalk) dagegen kocht zu schwierig.

Der Rübenzucker, wenn er in Wasser gelöst, also als Saft, lange bei hoher Temperatur gekocht wird, verliert seine Krystallisationsfähigkeit.

Da nun aber die Temperatur, bei welcher eine Flüssigkeit kocht, von dem Drucke, welcher auf derselben lastet, abhängt, also jede Flüssigkeit in offenen Gefässen erst dann siedet, wenn die daraus entwickelten Dämpfe Spannung genug haben, den Druck der atmosphärischen Luft zu überwinden, und dieser Druck in einem Vacuum um 24 bis 26″ Quecksilberhöhe (28,4 bis 29,7′ Wassersäule) vermindert wird, so ist es klar, dass die Siedetemperatur im Vacuum bedeutend niedriger ist. Diese Erniedrigung der Temperatur erschwert die Umwandlung des krystallisirbaren Zuckers in unkrystallisirbaren oder Syrup, wodurch eine grössere Ausbeute an ersterem resultirt. Es folgt aber hieraus ferner, dass das Verkochen um so schneller von Statten geht, je kräftiger die Luftpumpe wirkt, und es dürfte daher vielleicht hier am Platze sein, die Herren Fabrikanten auf eine kräftige Anwendung der Luftpumpe besonders aufmerksam zu machen, wobei nur der einzige Uebelstand zu berücksichtigen wäre, dass sehr dünne Säfte bei heftigem Kochen durch das Aufspritzen eine Menge Saft als fast unsichtbare feine Tröpfchen in den Condensator mit übergehen lassen, welche einen Verlust an Zucker bedingen, was man jedem Vacuumapparate noch zum Vorwurf machen kann. Dieser Verlust lässt sich indess durch hohen Bau der Apparate und durch Aufmerksamkeit beim Sieden auf ein Minimum reduciren, und ich habe erfahren, dass mit der doppelten Gewalt der Luftpumpe ein eben so grosser Sud in der halben Zeit abgedampft war, als mit einer schwächeren Pumpe.

Das Kochen ist nun entweder das sogenannte „Blank- oder Fadenprobekochen“, ein blosses Andicken des Saftes bis zu seinem Krystallisationspunkte, wonach man ihn der Krystallisation ruhig überlässt, oder das „Kornkochen“, wobei es der Sieder genau in seiner Gewalt hat, die Masse nach einem gegebenen Muster und nach gewissen Principien krystallisiren zu lassen. Wir wollen das Blankkochen als geeignet für die Nachproducte hier unbe-

rührt lassen und die ganze Aufmerksamkeit dem wichtigeren Kornkochen widmen.

Dieses besteht also

1) in Korn bilden,
2) in Korn trennen und
3) der letzten Probe oder dem Punkte, die grösstmöglichste Menge Krystalle auszuscheiden.

Einige allgemein dabei fest zu haltende Principien sind folgende:

1) Je dünner der Saft ist, welcher zur Concentration gelangt, desto grösser sind die Krystalle zu erzielen, da es natürlich langsamer geht, denselben bis zur jedesmaligen Concentration einzudampfen; je concentrirter aber der Saft zum Kochen gelangt, desto feiner gestaltet sich die Krystallisation, weil derselbe zu schnell so weit eingedampft und zu concentrirt wird, um der Krystallisation noch eine freie Ausbildung zu gestatten. Aus eben demselben Grunde müssen
2) die Proben leichter gehalten werden, je stärker und regelmässiger man die Krystallisation wünscht; je feiner krystallisirt der Zucker aber sein soll, desto stärker müssen dieselben jedesmal genommen werden, oder desto concentrirter muss der Saft jedesmal beim Nachnehmen eingedickt sein. Daraus ergiebt sich ferner:
3) dass man mehr Saft auf einmal nachziehen muss, wenn man das Korn gröber haben will, um ihm die Zeit zu geben, sich gehörig ausbilden zu können. Zu feinem Korn muss man dagegen wenig, also auch um so öfter und rascher hintereinander nachziehen, um die Krystallisation zu stören.
4) Je regelmässiger, grösser die Krystalle verlangt werden, desto ruhiger, langsamer muss man sieden; je feiner das Korn sein soll, desto rascher muss gekocht werden, da das starke Aufwallen, resp. Anschlagen, der Zuckermasse im Apparate dasselbe Resultat hat, wie das Schlagen des Zuckers in den Anwärmern (Rechauffoirs).
5) Je leichter man die Probe zu Anfang nimmt, wo das Korn gebildet wird, je grösser also dasselbe ist, desto strammer, stärker darf die letzte Probe genommen werden, da das grobe Korn das Abtröpfeln des Syrups erleichtert.

Diese Grundsätze sind auf das Princip beider Krystallisationen gegründet, und es braucht dabei wohl nicht bemerkt zu werden, dass das oftmalige Nachziehen (Aufziehen, Einnehmen) von Saft nicht in dem Maasse stattfinden darf, dass die bereits gebildeten Krystalle dadurch aufgelöst werden.

Ueberhaupt muss ich mich hier damit begnügen, die Grundideen, einige Erleichterungen und Vorzüge dieses Verfahrens zu beschreiben und es einem Jeden zu überlassen, darauf weiter zu bauen; und so gehe ich zum detaillirten Verfahren über beim

Sieden auf Rohzucker.

Was den Werth eines Rohzuckers bestimmt, sind seine grossen scharfkantigen Krystalle, die unläugbarsten Beweise seiner Kräftigkeit; ferner seine Reinheit und Trockenheit, dass die Krystalle also vollkommen von Syrup befreit sind ohne Beimischung fremder Substanzen. In wiefern man diesem Ziele bei dem Kornkochen nahe kommen kann, werden wir in Folgendem auseinandersetzen.

Es ist einleuchtend, dass hierbei die Kornbildung sehr langsam und regelmässig, also auch höchst vorsichtig, vor sich gehen muss, weshalb ich jedem Sieder, welcher Arbeit, stetes Nachdenken und ein lebhaftes Aufmerken scheut, abrathen möchte, auch nur einen Versuch darin zu machen, der ihm jedenfalls misslingen würde.

Man nehme das Vacuum nur so voll, dass, wenn der Saft bis zur schwachen Kandisprobe (so dass eben ein schwacher Faden vorhanden, der leicht und rasch reisst und dabei einen Haken giebt) eingedampft ist, derselbe die Schlange eine Hand hoch überdeckt, also 40 Proc. des zu einem Sude nöthigen Saftes*); alsdann ziehe man bei dieser schwachen Fadenprobe nach und richte die Quantität (jedesmal circa 2 Proc. der Saftmenge eines Sudes) nach der Grösse des Korns ein, welches man wünscht. Sobald nun diese zuletzt eingezogene Flüssigkeit wieder bis zu derselben schwachen Probe eingedampft ist, ziehe man abermals so viel nach, so dass bei der vierten oder fünften Probe vereinzelte Körner sich zeigen. Man braucht sich nicht zu fürchten, dass sich die Krystallisation nicht mehre, dies kommt ganz allein, wenn man nur noch einige Male mit Beharrlichkeit nachgezogen hat, denn nur diese führt hierbei zum Ziele. Ich muss jedoch sehr vor irgend einer starken Probe warnen, denn diese einzige Gewaltthätigkeit würde dem Zucker bedeutend schaden, seine scharfkantige Krystallisation würde

*) Theilt man die ganze Saftmenge eines Sudes in 100 Theile, so werden 40 davon bei Rohzucker eingezogen und 60 Proc. (30mal 2 Proc.) zur Kornbildung verwendet, bei Melis zieht man 80 Proc. ein und bildet das Korn mit 20 Proc. (20mal 1 Proc.), Daten, welche jedoch nur als annähernd betrachtet werden können.

sich dadurch rasch verändern. Der Rohzucker muss zu Anfang absolut leicht und stets blank gehalten werden, denn je leichter der Sud im Anfange gehalten wird, je gröber sich also das Korn gestaltet hat, desto schwerer darf man den Sud herunterlassen, eine desto grössere Menge krystallisirbaren Zuckers ist man im Stande gleich bei dem ersten Producte zu erzielen. Jeder Sieder weiss, dass die Kräftigkeit der Waare mit dem Korn in genauem Einklange steht, dass, je kräftiger der Zucker, desto schwerer sein Gewicht, dass, je grobkörniger die Krystalle, desto leichter der Syrup abtropft, desto besser die Waare abgeht.

Nachdem man so, je nach der Qualität des Saftes, einige 20male nachgezogen hat, wird ein grobes, scharfkantiges, klares Korn ziemlich dicht vorhanden sein. Es wird so fest sein, dass es sich zwischen den Fingern selbst im Wasser nicht zerdrücken lässt. Alsdann kann man es dreist wagen, den Sud schwerer zu kochen, indem man stets dabei bleibt, so viel nachzuziehen, doch muss die eine Probe stets nur um ein wenig schwerer als die vorhergehende gehalten werden. Jetzt darf man auch rascher und feuriger kochen, damit das Korn in der grösseren Hitze noch feuriger, fester, so zu sagen, gehärtet werde. So darf man ihn zur letzten Probe führen. Diese darf man sehr schwer nehmen, so dass dieselbe auf dem Daumen liegen bleibt und beim Aufheben des Zeigefingers nur ein ganz wenig sehr klarer Syrup zu sehen ist. Legt man die Probe auf gewöhnliches Schreibpapier, so muss sie nicht auseinanderfliessen, und man wird sehen, wie die grossen Krystalle hell und klar daliegen, wenn der Syrup sinkt. Man lässt so aus dem Vacuum einen fertigen Zucker abfliessen, von dem der Syrup leicht abtropft, weshalb ich in Tümplingen den so gekochten Rohzucker direct auf Schützenbach'sche Kasten laufen liess, wo die grossen hellblonden Krystalle zurückblieben und der klare Syrup schnell abtropfte, um einen fast weissen Rohzucker zu hinterlassen, von dem ich dort einen Ertrag erzielt habe, der wohl Beweis genug liefern dürfte für die Rentabilität dieser Arbeit, wenn sie nur mit Fleiss und Aufmerksamkeit durchgeführt wird. Die helle Farbe des Zuckers rührt einfach von den groben Krystallen her, welche nur aus reinem Zucker bestehen, und von denen der Syrup leicht und vollkommen zu entfernen ist; die dunkle Farbe der Rohzucker rührt gewöhnlich von nicht entferntem Syrupe und vorzüglich von dem sogenannten Extractivstoffe, welcher sich in allen Pflanzentheilen findet, nebst den schleimigen, fremdartigen Substanzen her. Man kann sich

leicht von der grossen Reinheit der groben Krystalle überzeugen, wenn man sie schon beim Kochen in Wasser abspült. Die grossen Krystalle sind daher nicht auf Kosten der Quantität erzeugt, wie Manche irrthümlich glauben, sondern gehen mit dieser Hand in Hand. Es handelt sich hier nur darum, die dem Rübenzucker eigenthümliche Kraft zu bewahren, und ich glaube durch die einfachsten, anerkanntesten Grundsätze bewiesen zu haben, dass man solchen Zucker „schwerer" kochen kann als feingekörnten, dass man also bei grossen Krystallen in der praktischen Ausführung den Punkt am höchsten steigern kann, wo die grösstmöglichste Menge Krystalle bei dem ersten Producte auszuscheiden ist. — Ob es nun überhaupt vortheilhaft ist, nach dem Besten zu streben und auch in der Rohzuckerfabrikation das beste Product zu liefern, so lange die Raffinerien im Allgemeinen, mit nur wenigen rühmlichen Ausnahmen, nicht so viel Intelligenz entwickeln, dass sie den Rohzucker nach seinem wahren Gehalte kaufen und bezahlen, lasse ich dahingestellt sein. So viel steht aber fest, dass dies das Ziel ist, nach dem wir streben müssen und wozu uns die Raffinadeure früher oder später einmal selbst zwingen werden.

Für einen in dieser Methode geübten Siedemeister füge ich noch hinzu, dass, wenn man mit der Krystallisation vollkommen zufrieden ist, die Temperatur der ganzen Zuckermasse bei den letzten Proben bis 50° R. heruntergebracht werden kann, wodurch der Zucker erstens geschwinder auskühlt, und zweitens, da die ganze Masse dem Anhalten einer höheren Temperatur nicht so lange ausgesetzt bleibt, eine hellere Farbe behält. Diese niedrige Temperatur bedingt zugleich das Auseinanderfallen des abgelaufenen Zuckers, da nur die Wärme demselben Consistenz giebt. Der Zucker ist dann weniger hart, leichter auszustechen und auf Kasten zu bringen, sowie nachher weniger zusammenhängend, also leichter zu zerkleinern! Die Zuckermasse, welche das Vacuum verlässt, muss so stark eingedickt sein, dass sie fast nicht fliessen will, und man kann dies ohne Gefahr thun, sobald man den Sud zu Anfang regelrecht und leicht genug gehalten. Es gehört aber viel Aufmerksamkeit und Beharrlichkeit dazu, ausserdem dauert diese Manipulation wenigstens eine Stunde länger als sonst, weshalb es nicht unwahrscheinlich sein dürfte, dass von sogenannten praktischen Meistern der Stab darüber gebrochen wird.

Ehe ich weiter gehe, kann ich nicht umhin, einige Worte über die Art und Weise „des Probenehmens" zu sagen. Bei dem

Auslaufen der Zuckerflüssigkeit aus dem Probestecher oder auf dem Glase beobachtet man am besten die Bildung der Krystalle und die Dichtigkeit derselben, wodurch die Klarheit der siedenden Menge entweder erhalten oder verändert wird. Ein kräftiges Korn ist in der klaren Masse sichtbar, die Mengen feiner Krystalle hingegen können, ehe sie bestimmt ausgebildet sind, dieselbe völlig blass oder blind machen. Es ist daher wohl darauf zu achten, dass die Proben zwischen den Fingern nicht gedrückt werden, damit die Klarheit des Syrups, die vollkommene Trennung desselben von den Krystallen auf das Genaueste beobachtet werden kann. Wir werden später sehen, welche Rolle dies bei der feinen Krystallisation spielt. Ueber die Sicherheit der Probe kann natürlich nur Uebung, Gewohnheit und Erfahrung bestimmen; indessen giebt es doch eine Vorrichtung, welche die Zeit der jedesmaligen Probe mit ziemlicher Verlässlichkeit anzeigt. Dies wird durch ein Manometer bewirkt, welcher (hinter dem Einströmungsventile) mit der Schlange cummunicirt. Wenn das Retourventil dermaassen construirt ist, dass die condensirten Dämpfe als Wasser freien Austritt haben, so ist es klar, dass ein solches Manometer über den Dampfdruck darin den genauesten Ueberblick gestattet. Die Spannung des Dampfes steht nun bei gleicher Oeffnung des Einströmungsventiles in geradem Verhältnisse zu der Concentration des Saftes. Ist letzterer dünnflüssig, so absorbirt er natürlich viel Dampf, es ist also unmöglich, dass irgend eine erhebliche Spannung der Dämpfe sich am Manometer zeige. Erst nach und nach, wie die Flüssigkeit an Dicke zunimmt, also weniger Dampf consumirt, zeigt sich eine Spannung am Manometer, welche gradatim bis zu dem in den Kesseln vorhandenen Drucke sich steigert. Jedenfalls zeigt das Manometer eben durch seinen höheren Druck einen höheren Concentrationsgrad der siedenden Flüssigkeit an und zwar so genau und fein, dass man beim Kochen auf Fadenprobe den Punkt des Ablassens dadurch bestimmen kann. Dies zeigt sich nun ebenfalls bei dem jedesmaligen Nachziehen von den gewöhnlichen Quantitäten Saft. Theils durch die Kälte des Saftes, hauptsächlich aber durch seine geringere Concentration bewirkt dies ein fast augenblickliches Fallen des Zeigers oder Quecksilbers, welches den alten Stand wieder einnimmt, sobald die Flüssigkeit denselben Grad der Concentration erreicht hat. Dadurch gewinnt man einen Anhaltspunkt, welcher allerdings erst durch Proben festgestellt werden muss, aber doch die Genauigkeit der späteren erleichtert. Um dies recht sensibel zu machen, kann man, sobald der Sud angebracht ist, d. h. sobald er ohne

die geringste Körnung zur Fadenprobe gelangt ist, das Dampfventil für den ferneren Verlauf der Kochung bis zu einer Atmosphäre Ueberdruck zu schliessen und so fest stehen zu lassen. Man hat dadurch den Sud besser in seiner Gewalt, erzielt eine bessere Luftleere und erreicht dasselbe in eben der Zeit, da die Flüssigkeit gar nicht im Stande ist mehr Dampf zu consumiren. Wird das Manometer so benutzt, so ist es das leichteste und einfachste Mittel zu genauer Kenntnissnahme der Concentration des Saftes und des Dampfverbrauchs.

Die Kosten des Kochens dürften sich ungefähr stellen, wie folgt:

Die Menge des aus 1000 Ctr. Rüben gewonnenen Dicksaftes beträgt nach Früherem

23,400 Pfd. Dicksaft à 50 Proc.,

und da 13,000 „ Füllmasse à 90 Proc. erzielt werden könnten,

so blieben 10,400 Pfd. Wasser durch Kochen zu verdampfen.

Wenn nun 1 Pfd. Kohle 7 Pfd. Wasser verdampft, so wären dazu nöthig (104,00 : 7 =) 1486 Pfd. Kohle (à Ctr. = 15 Sgr.) 7 Thlr. 13 Sgr. per Tag oder bei 90,000 Pfd. erzielten Rohsaft für jede 100 Pfd. desselben 2,9 Pf. Die Arbeitskraft beträgt 1,5 (bis 2) Arbeitstage per 1000 Ctr. Rüben. Da nun 1 Quadratfuss Heizfläche in der Praxis beim Kochen nur 12 bis 15 Pfd. Wasser verdampft, so würden für je 1000 Ctr. in 24 Stunden zu verarbeitenden Rüben 80 bis 70 Quadratfuss Heizfläche erforderlich sein.

Die Ausbeute an Zucker aus der Füllmasse.

Den in dem Kochapparate bis zum Krystallisationspunkte eingedickten Zuckersaft nennt man „Füllmasse“ oder „Zuckermasse“. Ihre Beschaffenheit hängt natürlich ab von der Reinheit der Säfte nach der zweiten Filtration und bei dem gleichen Fabrikationsverfahren von der Qualität der Rüben. Wenn der rohe Rübensaft einer Feldmark oder Gegend z. B. viel Salze enthält und von denselben während der Fabrikation nicht mehr abgeschieden werden, als aus einem an Salzen ärmeren Saft, so ist evident, dass bei dem ersteren auch die Füllmasse mehr davon enthalten muss, als der Saft, resp. die Füllmasse aus salzärmeren Rüben. Ebenso verhält es sich mit den im Rübensafte vorhandenen

organischen Substanzen, welche nebst den Salzen die Krystallisation des Zuckers verhindern, und es ist dadurch leicht erklärlich, dass die Füllmassen in verschiedenen Fabriken und Ländern ganz verschiedene Mengen Zucker und Nichtzucker enthalten können.

Die gewöhnliche Zusammensetzung der Füllmassen schwankt von

73	bis 84	Proc.	Zucker,
16	„ 6	„	fremde Substanzen und
11	„ 10	„	Wasser.
100	100	Proc.	

Die hier angegebenen 10 Proc. Wasser werden beim sogenannten Trockenkochen auf 5 Proc. vermindert, um welchen Betrag sich dann die anderen Posten erhöhen.

Dem entsprechend sind dann auch die Ausbeuten an Rohzucker aus solchen Füllmassen sehr variabel in den verschiedenen Fabriken. Nirgends also zeigt sich deutlicher als hier der Unterschied einer besseren oder schlechteren Beschaffenheit der Zuckerrüben, und ein Fabrikant soll seine Geschicklichkeit dadurch beweisen, dass er ein schlechteres Material, Rübensaft, auch so zu reinigen versteht, dass die Füllmasse immer noch einen leidlichen Ertrag giebt, indem er nämlich um so viel mehr Reinigungs- und Abscheidungsmittel anwendet. Zwar wird dadurch die Fabrikation etwas vertheuert, aber man erhöht dadurch auch die Ausbeute, da man für je 1 Proc. an fremden Stoffen, die man entfernt, ungefähr 2 Proc. Zucker aus 100 Theilen Füllmasse mehr als Handelswaare gewinnt, und es ist Sache des Fabrikanten, die Mittel und Anwendungsarten derselben zur Reinigung so zu wählen, dass ein Gewinn dabei erzielt wird.

Gereicht es auch jedem Fabrikanten zum besonderen Vergnügen, eine schöne Füllmasse aufweisen zu können, so darf er doch solchen Erfolg oft gar nicht als sein Verdienst sich anrechnen; sondern muss sich bescheiden, dass er die einfache Folge der vorzüglichen Qualität der verarbeiteten Rüben ist, die in ihren Säften so wenige Salze etc. und diese noch dazu in so unschädlichen Verbindungen oder Formen enthalten, dass sie die Krystallisation des Zuckers wenig oder nicht hindern.

Derselbe Fabrikant würde sonst sehr oft unter anderen Verhältnissen mit anderen Rüben ganz andere Resultate erhalten, wie auch ein Gleiches beim Gegentheile der Fall sein könnte. In der That findet man in der Praxis für beide Fälle oft recht sprechende Beispiele. Jedoch ist es bei dem jetzigen Standpunkte der Industrie oft noch un-

möglich, vorkommende Hindernisse mit aller Sicherheit sogleich zu besiegen.

Alle Angaben, welche über die Ausbeute aus Füllmassen gemacht werden, haben bei der sehr verschiedenen Qualität derselben daher auch nur einen localen Werth.

So führt z. B. Otto p. 276 der fünften Auflage seines Werkes an, dass eine ausgezeichnete Fabrik aus 100 Theilen Füllmasse:

	46,5	Proc.	Zucker als erstes Product,
	18,1	„	„ „ zweites „
	6,2	„	„ „ drittes „
	70,8	Proc.	in Summa erzielt habe,
wobei also	29,2	„	Melasse und Verlust gewesen wären.
	100		

Ich habe schon Ausbeuten gesehen von

	68,8	Proc.	erstes Product,
	8,5	„	zweites „ braun,
	6,0	„	drittes „ „
	83,3	Proc.	in Summa,
wonach	16,7	„	Verlust und Melasse
	100,0		

waren; aber diese Fälle können nicht allgemein gültig sein, sondern es muss die Ausbeute stets dem Verhältniss zwischen Zucker und Nichtzucker in der Füllmasse entsprechen.

Man nimmt nun in der Praxis gewöhnlich an, dass 1 Theil fremde Stoffe auch einen Theil Zucker am Auskrystallisiren verhindern. Es ist aber bekannt, dass 1 Theil Aetznatron mehr Zucker am Krystallisiren hindert, als 1 Theil phosphorsaures Kali oder 1 Theil Magnesia, und daher ist obige Annahme theoretisch nicht richtig. Zwar hat man vorgeschlagen, die Melassen jeder Fabrik zu untersuchen, um für die örtlichen Verhältnisse zu erfahren, wie viel Zucker durch 1 Theil fremder Stoffe in Syrup verwandelt wäre. Allein öfter lässt die sogenannte Melasse noch Zucker auskrystallisiren, wenn Zeit und Wärme auf sie wirken. Ebenso wird auch die Verschiedenheit der Jahrgänge, der Frische der Rüben im Anfange und am Ende der Campagne, sowie der Arbeitsmethoden in den Fabriken auf das Resultat einen Einfluss ausüben.

Es folgt daraus, dass unsere Kenntnisse über die Natur der fremden „syrupbildenden“ Substanzen in der Füllmasse noch sehr mangel-

haft sind und dass der Einfluss, den dieselben auf Verhinderung der Krystallisation ausüben, noch sehr sorgfältig studirt zu werden verdient.

Wenn trotzdem in diesem Werke die Annahme von einer dem Gewichte der fremden Substanzen gleichen Syrupsmenge beibehalten ist; so geschah dies einfach, um für die Praxis schnell zu vergleichende Zahlen zu gewinnen.

Die ganze Menge des erzielbaren krystallisirten Zuckers ist nun aber nicht auf einmal aus der Zuckermasse zu erhalten, sondern man gewinnt sie durch verschiedene Operationen in mehrfachen Krystallisationen, als erstes, zweites, drittes, etc. Product, wie man sich in der Praxis auszudrücken pflegt. Wir wollen in Folgendem näher betrachten, nach welcher Methode die Gewinnung des als Rohzucker in den Handel gehenden Productes aus der Füllmasse am vortheilhaftesten für den Fabrikanten ist. Je rascher und in je weniger Operationen der meiste Zucker in der Form von erstem Product aus der Füllmasse erzielt wird, desto besser und vortheilhafter ist die Methode für den Fabrikanten, da jedes Umarbeiten, jede Kochoperation nur einen neuen Aufwand an Geld und Zeit verursacht.

Man benutzt zur Gewinnung des ersten Productes (oder der grössten Menge Zuckers), gewöhnlich dreierlei Arten von Apparaten, nämlich

1) die Formen,
2) die Kästen (Schützenbach'schen),
3) die Centrifugen (Schleudern).

Die procentische Ausbeute an Zucker vom ersten Producte aus einer Füllmasse, die in Formen gefüllt ist, hängt zunächst von dem grösseren oder geringeren Gehalte an Zucker in derselben ab. Dann aber auch von der grösseren oder geringeren Wassermenge, die beim Kochen in der Füllmasse geblieben war. Beim Kochen auf Korn (was als das Rentabelste für Formen hier stets zu Grunde gelegt wird) werden circa 10 bis 11 Proc. Wasser in der Füllmasse gelassen, um das freiwillige Ablaufen nicht zu beschränken. Diese Wassermenge würde nun mit dem grössten Theile der gelösten fremden Substanzen und einem Theile des Zuckers eine gesättigte Lösung, den Syrup bilden, die aus der unteren Oeffnung der Form abfliesst im Betrage von ($11 . 2 = 22 + 11 =$) 33 Proc., wonach ($100 - 33 =$) 67 Proc. krystallisirter Zucker, sogenanntes erstes Product aus 100 Theilen Füllmasse in der Form zurückbleiben. — Diesen Zucker nennt man „grün abgelaufen"; er ist nicht rein, da ein Theil der fremden Stoffe (Syrup) den Krystallen anhaftet

und ihnen je nach der Menge und Beschaffenheit derselben eine hellgelbe bis dunkelbraune Farbe ertheilt. Ebenso ist dann auch sein Gehalt an reinem Zucker verschieden; er enthält gewöhnlich (je nach dem Grade der Reinigung der Säfte) 90 bis 96 Proc. reinen Zucker und wird von einsichtsvollen Käufern im Verhältniss dieses Gehaltes bezahlt.

Das Streben des Rohzuckerfabrikanten muss stets dahin gerichtet sein, auf die einfachste Art, also mit dem geringsten Aufwande an Zeit und Geld, in möglichst grosser Menge ein Product zu erzielen, das leicht und zum möglichst hohen Preise verkauft werden kann. Die Ausbeute am ersten Product in Formen wird also erhöht, wenn man „strammer", „fester" kocht, also weniger Wasser in der Füllmasse lässt. Diese geringere Menge Wasser hält theils weniger fremde Substanzen in Lösung zurück, theils erschweren die dichter aneinander gelagerten Krystalle mehr den vollständigen Abfluss des Syrups. Die Ausbeute am ersten Producte wird mithin in solchem Falle erhöht.

Deshalb sind die grossen sogenannten Lomps- und Bastardformen von bedeutender Höhe, bei der Arbeit auf Rohzucker für die grösstmöglichste Menge auszubeutenden ersten Productes sehr vortheilhaft. Der Syrup sinkt nämlich nach den Gesetzen der Schwere zwischen den Krystallen nach unten, bis das Hinderniss der Attraction, das die eng aneinander gelagerten Krystalle dem Ablaufen des Syrups entgegensetzt, so gross wird, dass der hydrostatische Druck, der sich in dem Grade vermindert, als der Syrup unten abfliesst, dasselbe nicht mehr zu überwinden vermag. Je höher daher die Form, desto höher auch die Flüssigkeitssäule (der Syrup) in derselben und desto grösser daher der Druck, unter dem der Syrup abfliesst. Dies erfolgt denn auch am ersten Tage rascher als an den folgenden, und zuletzt bleibt die Spitze der Krystallisation in einer Höhe von circa 3 Zoll mit Syrup gefüllt oder feucht, was in der Sprache der Praktiker: „die Spitze, der Kopf" (die „Kuppe" bei Kästen) genannt wird. Demnach wird der „Kopf" eines Zuckerhutes um so höher sein, je dichter das Gefüge der Krystallmasse ist, oder je „strammer" gekocht wurde, und umgekehrt. Aus einer Form kann der Fabrikant je nach der Qualität der Füllmasse 60 bis 70 Proc. erstes Product im grün abgelaufenen Zustande erhalten.

Wenn man aber anstatt des Druckes einer Flüssigkeitssäule den Druck der Luft benutzt, so kann man auch jenen Syrup, der im „Kopfe", in der „Spitze" des Brodes zurückblieb, entfernen.

Zu diesem Zwecke setzt man gewöhnlich die gefüllten Formen mit ihren Spitzen auf die Oeffnungen eines horizontalen Rohres (Behälter

oder dergleichen), in welchem die Luft mittelst einer Pumpe verdünnt wird. Die äussere Luft verdrängt dann durch ihren entsprechenden Druck den Syrup in kurzer Zeit unten aus dem Brode in jenes Rohr, aus dem er dann abfliesst. Man nennt diese Vorrichtung gewöhnlich die „Nutschvorrichtung“. Ein ähnliches, aber bedeutend schnelleres Resultat würde man unstreitig erhalten, wenn man comprimirte Luft von oben auf die mit Syrup gefüllte Krystallmasse des Zuckers wirken liesse. Ein Druck von 2 bis 3 Atmosphären z. B. würde den Syrup aus einer grossen Form in 12 Stunden gänzlich austreiben.

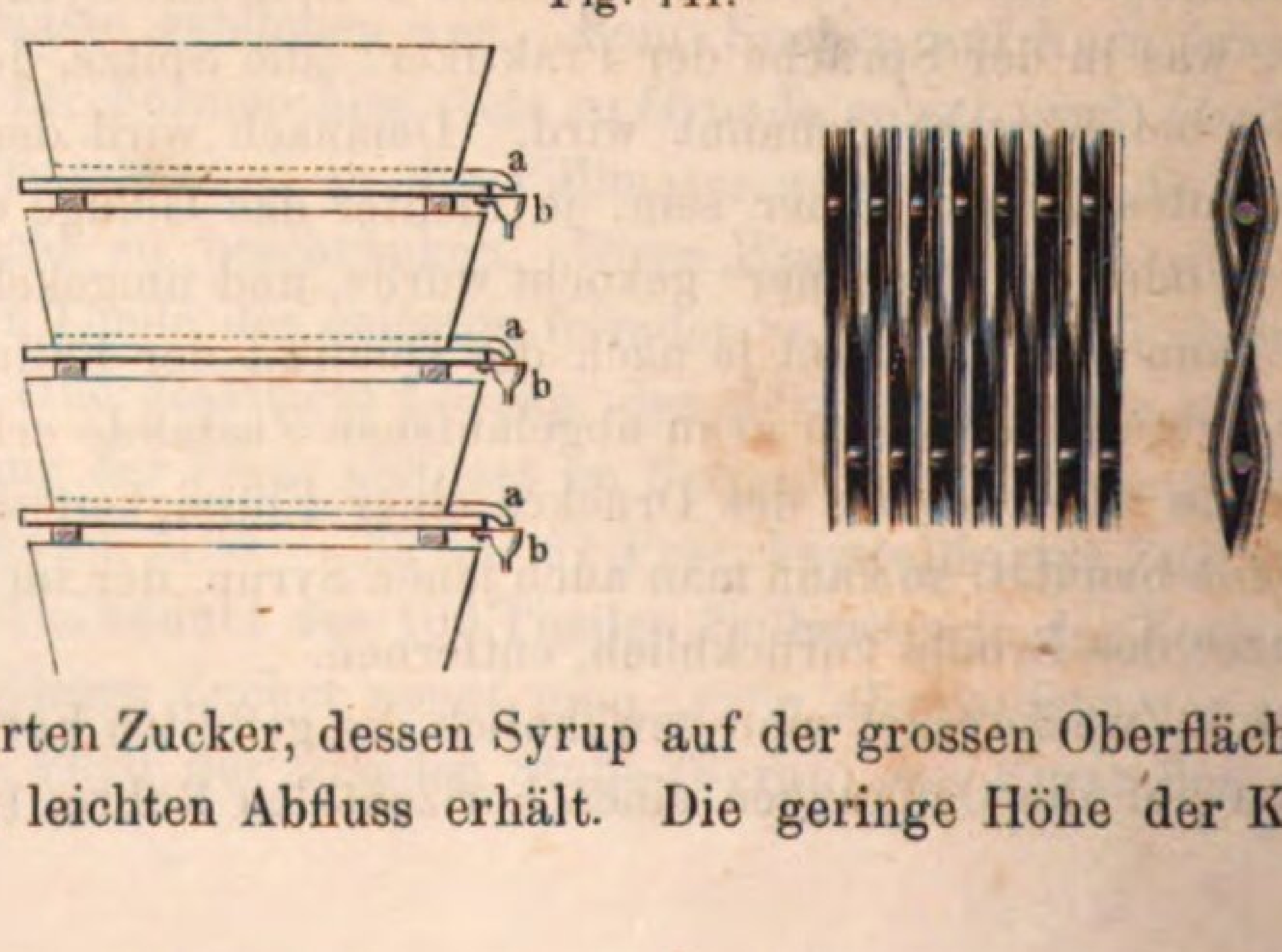
Anstatt des Druckes hat man sich auch noch anderer Kräfte, namentlich der Centrifugalkraft zu diesem Zwecke mit Erfolg bedient.

Die Formen werden hierbei mit der Spitze nach aussen in einem Kreise um eine sich rasch drehende Welle als Mittelpunkt gelegt, und dadurch ein Ausschleudern des Syrups bewirkt. Diese Centrifugalmaschine für Formen hat indessen der theuern Anlage wegen sich keinen Eingang verschaffen können, dagegen sind andere Centrifugalmaschinen, welche weiter unten betrachtet werden, ihrer schnellen Wirkung wegen allgemein in Gebrauch.

Wenn weisser Rohzucker erzeugt werden soll, so wird der Zucker „gedeckt“; d. h. durch eine aufgegossene reine Zuckerlösung wird der an den Krystallen haftende Syrup verdrängt. Dieser Vorgang wird übrigens unter der Rubrik der „Raffinerie“ ausführlicher besprochen werden.

Bei der zweiten Methode wird die Füllmasse auf Schützenbach'sche Kästen gefüllt und in denselben von ihrem Syrup befreit. Diese Kästen wurden von Schützenbach ursprünglich für die Verarbeitung ganz ordinärer Producte vorgeschlagen. Sie bestehen aus viereckigen Kästen, mit Siebböden (Fig. 141). In diese Kästen wirft man den

Fig. 141.



krystallisirten Zucker, dessen Syrup auf der grossen Oberfläche des Siebes einen leichten Abfluss erhält. Die geringe Höhe der Kästen und

ihre breite Basis gestatten eine leichte Handhabung und das Uebereinanderstellen derselben, wie in vorstehender Figur, indem dann ein zweiter im Kasten angebrachter Boden den durchlaufenden Syrup auffängt und ihn seitwärts durch einen Ausguss abführt.

In diesem Falle bleibt aber über dem Siebe eine Schicht Syrup enthaltenden Zuckers, die sogenannte „Kuppe" und wenn die Höhe derselben auch nur z. B. $^1/_2''$ beträgt, so ist das Verhältniss zwischen trockenem Zucker und „Kuppe" oder „Kopf" bei den Kästen dennoch ein ungünstigeres als bei den Formen, da die Fläche der Kästen grösser und die Höhe des trockenen Zuckers geringer. Man stellte deshalb die Kästen, nachdem der Zucker abgelaufen war, der Art auf, dass der Syrup sich nur nach einer Seite des Kastens oder zu $^1/_5$ der unteren Fläche zusammenziehen sollte; aber auch hier blieb das Verhältniss zwischen trockenem Zucker und Kuppe, sowie die procentische Ausbeute an erstem Producte weit hinter der der Formen zurück. Man ging daher zu grösseren Kästen von anderer Form über, wie z. B. eine solche in Fig. 142 abgebildet ist. In diesen Kästen, die 200 Pfd. und mehr Zuckermasse enthalten, und bei denen das Sieb nicht benutzt wird, lässt man die, gewöhnlich blankgekochte, Füllmasse laufen, öffnet am andern Tage, oder nach Umständen auch später, je nachdem die Krystallisation beendigt ist, das Loch am Boden des Kastens, damit der Syrup abfliessen kann, ganz ähnlich wie bei den grossen Formen. Da aber die Kästen gewöhnlich nicht so hoch sind als grosse Formen und da gewöhnlich beim Füllen auf Kästen leichter gekocht wird, so erhält man dabei gewöhnlich weniger Procente ersten Productes. Otto giebt an, dass in einer ausgezeichneten Fabrik dabei 46,5 Proc. erstes Product gewonnen wären, während aus Formen eine Ausbeute von 68 Proc. erstes Product erzielt werden kann.

Fig. 142.



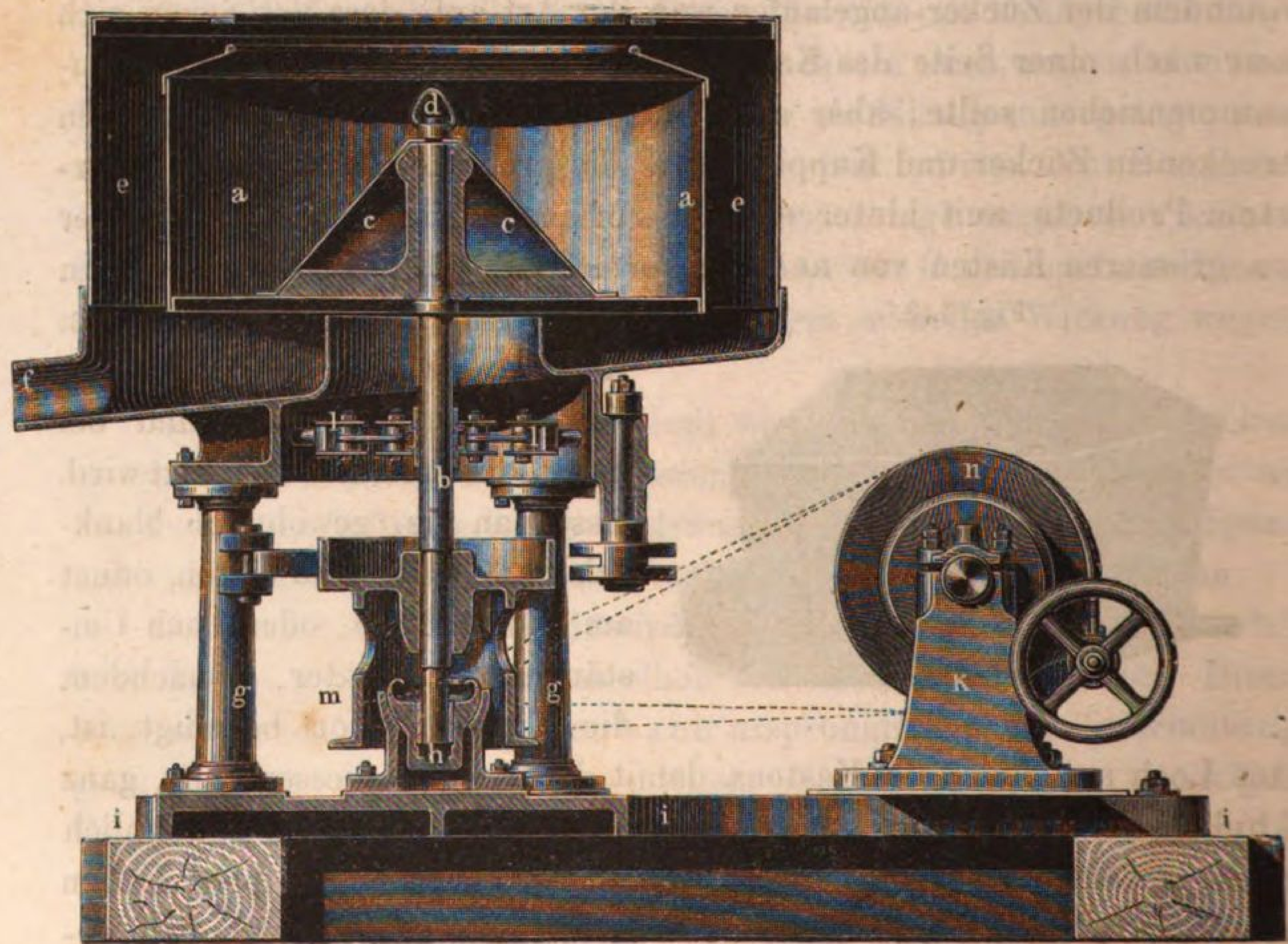
Wenn demnach die Anwendung dieser grossen Kästen zur Gewinnung der grösstmöglichsten Menge ersten Productes keinen Vorzug vor den Formen bietet; so sind doch für die Nachproducte die kleinen Schützenbach'schen Kästen, da sie eine grosse Siebfläche darbieten, sehr zu empfehlen und für das letzte Product fast nicht zu entbehren.

Die dritte und sehr verbreitete Art der Trennung des Zuckers

vom Syrup ist die durch Schleudern (Centrifugen) (Fig. 143), deren Construction schon bei der Saftgewinnung (S. 240) erläutert ist und welche nur etwas kleinere Dimensionen als die Saftcentrifugen besitzen.

Wenn die Füllmasse in einem breiförmigen Zustande in diese Maschine gethan wird, so wird sie durch die Centrifugalkraft gleichmässig auf der Peripherie der Trommel ausgebreitet, die durch ein Sieb gebildet wird, welches die Krystalle zurückhält, den flüssigen Syrup aber durchlässt. Bei dem raschen Umlaufe der Maschine übt die Centrifu-

Fig. 143.



galkraft, welche den Syrup hindurchtreibt, einen Druck von $2^1/_2$ bis 3 Atmosphären (= einer 90′ hohen Wassersäule) aus. Die Centrifuge lässt sich daher mit einem Schützenbach'schen Kasten vergleichen, auf dessen sehr grossem Siebe eine dünne Schicht Zuckermasse läge, aus welcher der Syrup mittelst eines verstärkten Druckes getrieben wird. Durch die Vergrösserung der wirkenden Kraft und durch die Ausdehnung der Sieboberfläche bei geringer Höhe und Menge des Zuckers wird die Operation wesentlich beschleunigt, so dass das Ablaufen, welches sonst Tage dauerte, in einigen Minuten beendet ist.

Diese Schnelligkeit bietet allerdings einen Vortheil dar, wo das fertige Product unmittelbar abgesetzt werden soll, entweder an einen Käufer oder direct zur Raffination, die in diesem Falle den Käufer repräsentirt.

Dieser Vortheil fällt aber ganz fort, wenn man das Product nicht gleich absetzen kann, eine kleine Differenz in der Zeit also nicht in Betracht zu ziehen ist.

Die Schnelligkeit, mit der die Schleudern oder Centrifugen den Zucker im trockenen Zustande liefern, ist auch nur scheinbar, und keineswegs so erheblich, wie oft angenommen wird. Zwar ist die Operation des Schleuderns in einigen Minuten vollführt; aber die auf einmal verarbeitete Menge an Füllmasse ist gering, die Operationen müssen also viele Male wiederholt werden. Hauptsächlich muss der Zucker erst langsam abkühlen, ehe er in die Schleuder gegeben werden darf, was, wenn man die grösstmöglichste Menge Ausbeute an erstem Producte erzielen will, wohl 6 Tage erfordert. Diese Zeit muss also hinzugerechnet werden. Da nun gute Zuckermasse in Formen in 6 Tagen ebenfalls als Handelswaare fertig sein kann, so scheint mir die gewöhnliche Annahme der Schnelligkeit nicht sehr gerechtfertigt, insofern es sich nämlich um die Gewinnung des ersten Productes handelt. Der Vortheil, den die Schleudern bei der Gewinnung des ersten Productes gewähren, besteht meiner Ansicht nach darin, dass die mechanische Kraft, die hier zu Gebote steht, eine leichte und bequeme Arbeit, sowie das Verbessern manchen in der Fabrikation und beim Kochen gemachten Fehlers gestattet, und ist darin auch wohl der Grund der weiten Verbreitung dieser Apparate zu suchen. Ist z. B. die Füllmasse sehr schmierig und der Syrup zähe, so fliesst derselbe in Formen nicht rasch ab, und hinterlässt daher einen dunkeln, schlechten Zucker. Die Schleuder gestattet durch ihre mechanische Kraft, den Syrup auch aus solchen schlechten Füllmassen rasch zu entfernen und dadurch einen recht ansehnlichen Zucker (freilich in geringer Quantität) zu gewinnen.

Es läuft ferner der Syrup aus der Form nicht gut ab, wenn zu „stramm“ gekocht war, und dieser Fehler ist dann in der Form nicht mehr zu verbessern. Es erfordert daher die Arbeit auf Formen einen geschickten, aufmerksamen Siedemeister. Bei Anwendung der Centrifuge dagegen ist sogar das „stramme“ Kochen zu empfehlen, wie weiter unten erläutert wird.

Man macht dem Schleudern noch oft den Vorwurf, dass dadurch

die Zuckerkrystalle zerbrochen würden, und viele Schriftsteller haben auf die Autorität sogenannter Praktiker hin demselben beigepflichtet. Ich muss nichtsdestoweniger meine schon im praktischen Rübenzuckerfabrikanten ausgesprochene Meinung, dass man nur „grobkörnigen Zucker in die Schleuder zu geben braucht, um ihn auch grobkörnig wieder heraus zu bekommen", aufrecht erhalten. Beim Schleudern wird die Zuckermasse wohl in einer Curve an die Peripherie gedrängt und dort festgehalten, die Krystalle erleiden aber deshalb auch unter sich eine nur äusserst geringe Reibung, durch welche dieselben nicht zerkleinert werden, da sie so fest sind, dass sie sich beim Reiben zwischen den Fingern selbst im Wasser nicht zerdrücken lassen (s. „Kochen auf Korn"). Den Beweis hierzu liefert die in den hiesigen Etablissements, wo doch jährlich über 1,500,000 Ctr. Rüben verarbeitet werden, seit vielen Jahren gewonnene kräftige, schwere Waare, welche man auf dem Markte in Russland, wo grobes Korn gewünscht wird, sehr bevorzugt. Wenn daher einige kleine Fabriken jenes Resultat nicht erzielen und aus einer z. B. blankgekochten Füllmasse mit kleinen Krystallen, die durch Syrup zusammenhaften und dadurch gross erscheinen, auch kleines Korn erhalten, so ist das gar nicht zu verwundern. Eine solche Masse kann schon vor dem Schleudern dem Drucke der Finger unter Wasser nicht Widerstand leisten und gleicht den Anfängen der Krystallisation beim Kochen auf Korn. Dieselben sind noch erstaunlich klein, wachsen aber bei einem längeren Sieden rasch durch die allen Körpern innewohnende Anziehungskraft, und wenn man nach etwa zwanzigmaligem Nachziehen wieder die Krystallisation durch ein genügendes Vergrösserungsglas untersucht, so findet man diese inzwischen sehr gross angewachsenen alten Krystalle und zwischen denselben noch ganz kleine, junge Anfänge der Krystallbildung, die nur erst bei längerem Kochen durch fortschreitende Verdampfung unter denselben Bedingungen zu grösseren sich ausbilden.

Wenn nach dem Blankkochen des Zuckersaftes die Masse rasch erstarrt, so ist den kleinen sich eben bildenden Krystallen durch die rasch eintretende Unbeweglichkeit der Partikelchen und durch baldiges Abkühlen nicht die Zeit und damit auch nicht die Möglichkeit gelassen, in dem Grade zu wachsen, wie es erwünscht wäre.

In den Formen werden diese kleinen Krystalle theils durch die Ruhe in der compacten Masse leichter zurückgehalten, theils setzen sie sich bei genügend hoher Temperatur und längerem Flüssigbleiben der ganzen Füllmasse zwischen den grösseren Krystallen noch ein wenig

fester und werden also noch als erstes Product mit gewonnen. Zum Zwecke der Bearbeitung in Schleudern hingegen wird die Zuckermasse zerbröckelt, die kleinen Krystalle daher mehr vereinzelt und in diesem Zustande von der bedeutenden Centrifugalkraft auseinander und mit dem Syrup durch die Maschen der grossen Siebfläche getrieben.

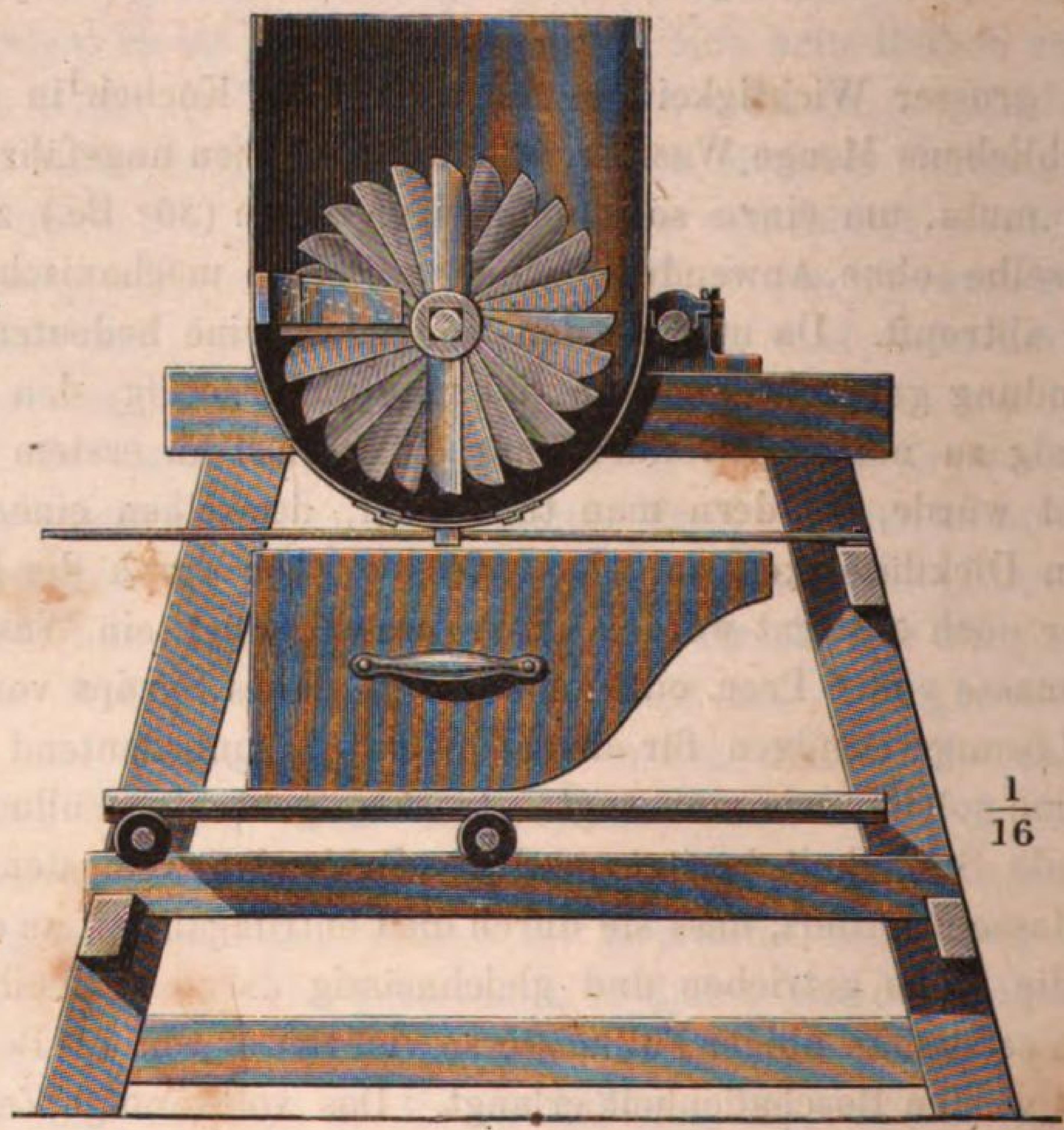
Daher resultiren bei gleicher Beschaffenheit der Füllmasse in Schleudern stets weniger Procente an erstem Producte, als in Formen, und es folgt daraus, dass die Bildung grosser Krystalle im Vacuum eine wesentliche Vorbedingung zur vortheilhaften Arbeit mit den Schleudern ist.

Von grosser Wichtigkeit ist auch die beim Kochen in der Füllmasse gebliebene Menge Wassers, welche für Formen ungefähr 10 Proc. betragen muss, um einen so dünnflüssigen Syrup (36° Bé.) zu bilden, dass derselbe ohne Anwendung einer grösseren mechanischen Kraft freiwillig abtropft. Da nun bei den Schleudern eine bedeutende Kraft in Anwendung gebracht wird, so hat man nicht nöthig, den Syrup so dünnflüssig zu machen, wodurch nur ein Verlust an erstem Producte veranlasst würde, sondern man thut wohl, demselben einen solchen Grad von Dickflüssigkeit zu geben, dass er nur durch die Kraft der Schleuder noch entfernt werden kann. Dazu genügt ein Wassergehalt der Füllmasse von 5 Proc. oder eine Dichte dieses Syrups von 42° Bé., dessen Lösungsvermögen für den Zucker sehr unbedeutend ist. Da jedoch eine solche, wie man sagt, „trocken gekochte" Füllmasse eine bedeutende Steifigkeit besitzt, und die Schleuder wenigstens eine so weiche Masse erfordert, dass sie durch die Centrifugalkraft an den Wänden in die Höhe getrieben und gleichmässig daran vertheilt werden kann; so setzt man obiger Füllmasse so viel Syrup von 42° Bé. zu, dass sie diese weiche Beschaffenheit erlangt. Das vollständige Zerkleinern und gleichmässige Durchkneten der trockenen Füllmasse mit einer gesättigten Syruplösung (von 42° Bé.) geschieht am vortheilhaftesten durch die sogenannte Maischmaschine, die in Figur 144 (a. f. S.) abgebildet ist.

Die an einer horizontalen sich drehenden Welle sitzenden Messer zerschneiden die in den Kasten geworfene, noch zähe Füllmasse in so kleine Stücke, dass sie zwischen den im Kasten festgeschraubten Schienen hindurchgehen, und mischen die Masse mit dem zugesetzten Syrup recht gleichförmig, so dass sich nach der Bearbeitung mit dieser Maschine in der Masse keine Stücke mehr finden, die sich sonst nicht von Syrup befreien lassen, weshalb solche Maschinen, da sie ausserdem eine Ersparniss an Arbeitern gewähren, sehr zu empfehlen sind.

Die aus dieser Maschine in die untergestellten Füllbecken abgelassene dünne Masse kann sogleich in die Schleuder gegeben werden, welche bei ihrer grossen Geschwindigkeit (1000 bis 1,200 Umdrehungen in der Minute) den Syrup in kurzer Zeit ausschleudert. Steckt man einen Holzstab in den Raum zwischen dem Siebe der Trommel und dem Gehäuse der Maschine, so kann man an der Menge des daran geschleuderten Syrups sehen, wie wirksam die Maschine arbeitet, und

Fig. 144.

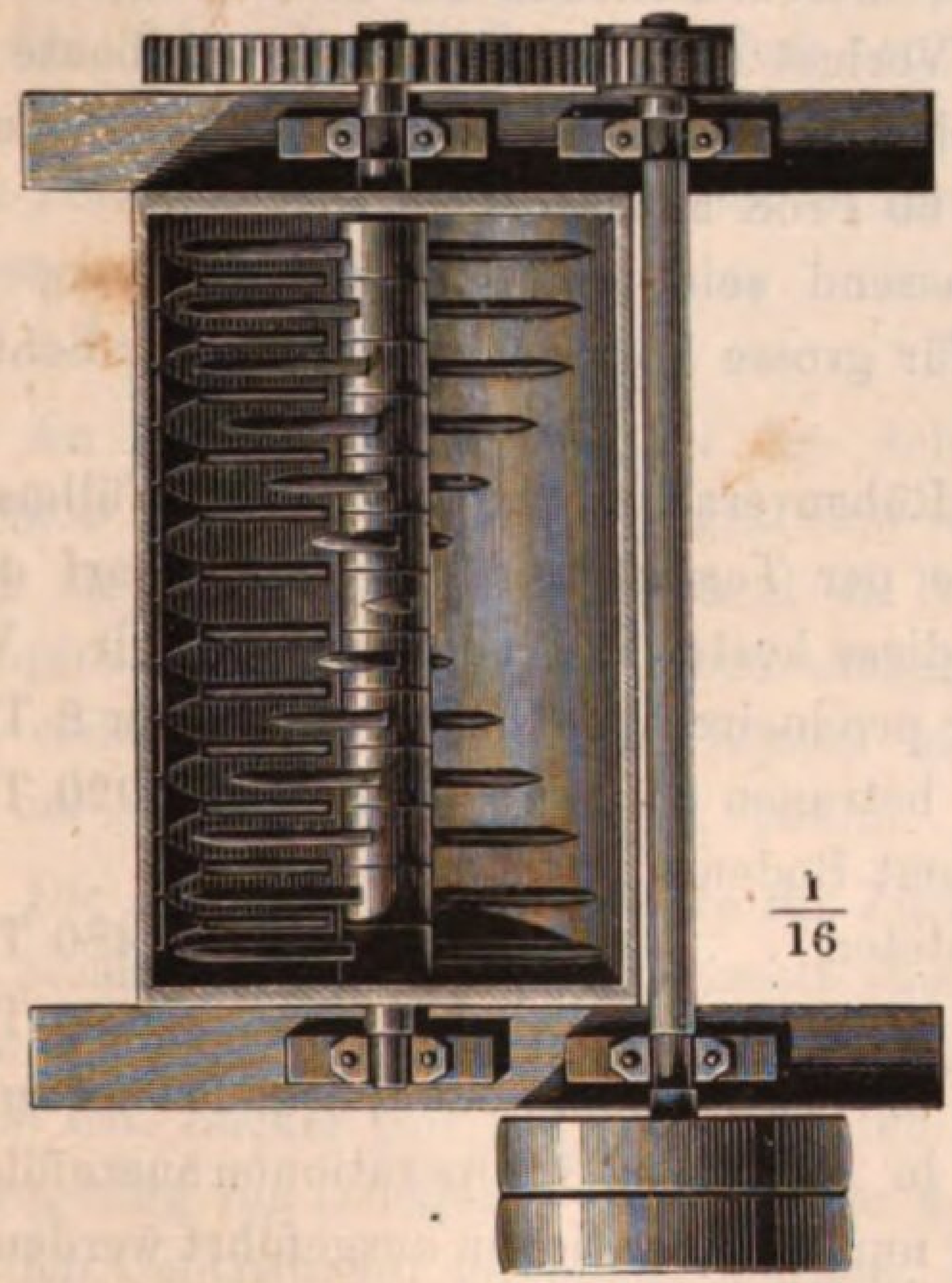


so auch leicht daraus den Augenblick bestimmen, wo die Operation beendigt ist. — Man hält dann die Maschine an, am schnellsten durch Bremsen, und sticht den Zucker mittelst einer kurzen Holzschaufel heraus, um ihn sogleich zu verpacken. Die Menge des so erhaltenen (gelben) Rohzuckers, welche nach meinen Erfahrungen oft 66 bis 68 Procent der Füllmasse beträgt, ist bei der hier angegebenen Behandlung der letzteren also nahezu so gross wie die in Formen erhaltene.

Auch die Temperatur des Locales, in welchem die Schleudern arbeiten, darf nicht unberücksichtigt gelassen werden. Es ist bekannt, dass eine Zuckerlösung von einer Concentration = 36° Bé. bei den

gewöhnlichen Temperatur von 15° R. ihren dieser entsprechenden Sättigungspunkt erreicht hat. Erhöht man aber die Temperatur, so wird damit auch das Lösungsvermögen des Wassers für Zucker erhöht, und je höher die Temperatur der Locale ist, in denen die Schleudern arbeiten, desto mehr Zucker wird von dem zugemischten Syrup aufgelöst und fortgeführt, und desto weniger erstes Product also erhalten. Es müssen deshalb die zum Einmeischen verwendeten Syrupe selbst bei der Wärme des Locales 40 bis 42° Bé. zeigen, oder es darf die Temperatur desselben nicht so hoch gehalten werden.

Fig. 145.



$\frac{1}{16}$

Wenn nun auch die Schleudern keinen besondern Vortheil bei der Gewinnung eines gelben Rohzuckers aus der Füllmasse bieten, so stellt sich doch die Sache günstiger, falls man genöthigt ist, weissen Rohzucker darzustellen.

Bei Anwendung der Formen und Kästen ist man genöthigt, den Zucker dadurch von den anhängenden färbenden Substanzen zu trennen, dass man eine reine, farblose, gesättigte Zuckerlösung darauf giesst, die einiger Tage bedarf, um beim Durchsickern jene Stoffe zu verdrängen. Man nennt diese Operation das Decken. Bei den Schleudern verwendet man einen bedeutend schlechteren Syrup, der mit Hülfe der mechanischen Kraft jene unreinen Beimengungen rasch entfernt, wonach die Anwendung des Dampfes den Zucker nicht nur genügend bleicht, sondern auch zugleich trocknet. Alle diese Operationen können im Laufe einiger Minuten ausgeführt werden. Die bei dem Einströmen des Dampfes abfliessende Zuckerlösung wird als sogenannter „Decksyrup“ aufgefangen und bei den Schleudern der folgenden Portion Zuckermasse als farblose, reinigende Lösung wieder aufgegeben, wodurch der Zucker in denselben gebleicht, „gedeckt“ und

durch Dampf abermals getrocknet wird. Beim Einlassen des Dampfes ist zu vermeiden, dass Condensationswasser mit demselben in die Schleuder strömt; weil dasselbe zu viel Zucker auflösen und mit in den Syrup abführen würde. — Bei diesem Bleichen des Zuckers findet natürlich immer ein geringer Verlust statt, weshalb die Ausbeute an weissem Rohzucker von 98 bis 99 Proc. Gehalt aus 100 Theilen guter Füllmasse im Mittel zu circa 60 Proc. anzuschlagen ist.

Es dürfte hier wohl passend sein, eine Zusammenstellung der Anlage- und Betriebskosten für grosse Formen mit denen für Schleudern zu machen.

Bei 1000 Ctr. täglicher Rübenverarbeitung à 12 Proc. Füllmasse werden 120 Ctr. Zuckermasse per Tag gewonnen. Man bedarf dazu höchstens 120 Formen, und diese kosten à 2 Thlr. = 240 Thlr. Will man aber weissen Rohzucker produciren, so bedarf man dazu 8 Tage Zeit; die Kosten der Formen betragen dann (8.240) = 1920 Thlr.
Die Töpfe oder Stellagen sammt Bodenraum
à $^1/_2$ Thlr. pro Form kosteten (8.60) = 480 Thlr.
Summa der Anlagekosten = 2400 Thlr.

Da 150 Pfd. Füllmasse in einer Operation von $^3/_4$ Stunden fertig geschleudert werden, so würden in 24 Stunden 30 Operationen auszuführen sein, in der That können aber nur 25 Operationen ausgeführt werden, in denen à 150 Pfd. = 37 $^1/_2$ Ctr. Füllmasse verarbeitet würden. Es wären dazu (120 : 37,5) = 3,2 oder der häufigen Reparaturen wegen 4 Centrifugen erforderlich. Dieselben kosten (sammt Zubehör à 600 Thlr.) = 2400 Thlr.
Dazu eine Dampfmaschine mit Röhren, Transmissionen, Riemen etc. circa = 600 „
Eine Meischmaschine mit Betrieb etc. = 200 „
Dazu noch die Gefässe zum Abkühlen der Füllmasse vor dem Einfüllen in die Schleudern, mit wenigstens = 400 „
Summa der Anlage = 3600 Thlr.

Die Anlage der Schleudern ist also bedeutend kostspieliger, als die der Formen.

Die nöthigen Arbeitskräfte betragen bei den Formen, um dieselben nach den Böden zu transportiren, zu decken (für das Ausfüllen wird in beiden Fällen nichts gerechnet), auszustossen, zu zerkleinern etc. 10 Arbeiter,

bei den Schleudern sind erforderlich pro Schicht zur Bedienung derselben	2 Arbeiter,
zum Zerkleinern und Zutragen des Zuckers	2 Arbeiter,
daher pro Schicht	4 Arbeiter,
also 2 Schichten	8 Arbeiter.

An Arbeitskräften wird bei den Schleudern also etwas erspart, dagegen sind die Unterhaltungskosten derselben bedeutend grösser, denn sie verlangen einen Aufwand an Brennstoff zum Betriebe einer Dampfmaschine, eine nicht unbedeutende Menge Maschinenschmiere, und viele Reparaturen, deren Kosten sich wenigstens eben so hoch wie bei Anwendung der Formen stellen.

Die Bereitung der Deckkläre für Zucker in Formen, welche wegen der höchst einfachen Bereitungsmethoden keine grossen Kosten verursacht, erfordert circa 30 Proc. der Füllmasse oder in diesem Falle = 36 Ctr. Zucker pro Tag, die indessen nicht verloren gehen, da bei Anwendung von Deckkläre circa 68 Proc. weisser Zucker (anstatt 60 Proc. bei den Centrifugen) gewonnen werden, wonach 8 Proc. oder 9,6 Ctr. in Form von Zucker, der Rest in Form von Decksyrup wiedergewonnen wird.

Welcher Art der Gewinnung des ersten Productes aus der Füllmasse der Vorzug zu geben ist, lässt sich nur unter sorgfältiger Erwägung der localen Verhältnisse entscheiden.

Die vom ersten Producte, welches 60 Proc. betragen mag, abgelaufenen 40 Proc. Grünsyrup werden wiederum um 12 Proc. eingedickt, so dass man also aus 40 Pfd. Syrup 35,2 Pfd. eingedickte Masse erhält, welche man in grösseren Gefässen und in circa 30° R. warmen Localen langsam krystallisiren lässt.

Je nach der in derselben enthaltenen grösseren oder geringeren Menge „Nichtzuckers" wird sich nun wieder mehr oder weniger Zucker in Form von Krystallen ausscheiden. Enthält diese Masse z. B. noch 53 Proc. Zucker in 100 festen Theilen und 27 Proc. fremder Stoffe, so könnte man auf 26 Proc. Ausbeute aus 100 festen Theilen rechnen, welche für 100 Pfd. Füllmasse (35,2 Pfd. . 26 Proc.) = 9,1 Proc. Rohzucker ergeben würden. Zur Vermehrung der Ausbeute filtriren des-

halb viele Fabrikanten die vom ersten Producte abgelaufenen Syrupe über Kohle. Daraus scheint nun hervorzugehen, dass man den Dicksaft vor der Bildung der Füllmasse besser reinigen solle, indem ein reinerer Zuckersaft leichter kocht, die daraus erzeugte Füllmasse in grösseren und kräftigeren Krystallen anschiesst, mehr Ausbeute an gutem Zucker giebt und einen reineren Syrup für das zweite Product hinterlässt.

Die grössere oder geringere Reinheit der Zuckerlösungen ist auch auf die zur vollständigen Krystallisation erforderliche Zeit von bedeutendem Einfluss. Wenn man nun hieraus den Schluss ziehen wollte, dass die Krystallisation um so vollständiger erfolge, je längere Frist ihr gegeben werde; so hat dies doch in der Praxis seine bestimmten Grenzen, und sollte die Zeitdauer von 8 Tagen bis 4 Wochen, je nach der Güte des Productes, nicht überschreiten.

Die einfachste und gewinnreichste Art, das zweite Product aus dieser Füllmasse möglichst rasch als Handelswaare zu gewinnen, scheint immer die zu sein, dieselbe auf Schützenbach'schen Sieben abtropfen zu lassen und die zurückbleibende Krystallmasse den Säften vor ihrer Filtration zuzusetzen. Das zweite Product enthält gewöhnlich 88 bis 90 Proc. Zucker in 100 festen Theilen, ist also reiner als der Rübensaft und reichert daher diesen nicht allein an, sondern macht ihn auch krystallisationsfähiger. Solche Säfte erfordern dann zu ihrer Eindickung nicht soviel Brennstoff, und in dem Maasse, als sie zuckerreicher werden, conserviren sie sich besser; sie kochen ihrer grösseren Reinheit wegen rascher, befördern daher die Fabrikation überhaupt und gestatten die Umarbeitung des aus dem Syrup erhaltenen zweiten Productes, ohne weitere Kosten, so lange die Campagne dauert, so dass erst am Ende derselben nur jene noch nicht auskrystallisirte Menge übrig bleibt.

In dem Obigen haben wir gesehen, dass aus 100 Theilen Füllmasse:

	60	Proc. erstes Product
und	9,1	„ zweites „
also in Summa	69,1	Proc. in zwei Producten

gewonnen werden können. Vergleicht man dies mit den Resultaten jener Fabriken, die z. B.

	46,5	Proc. erstes Product (siehe S. 567)
und	18,1	„ zweites „
also in Summa	64,6	Proc.

erzielen, so dürfte sich ergeben, dass das schöne zweite Product im letzteren Beispiele, welches 18,1 Proc. der Füllmasse beträgt, nicht sehr günstig für den Fabrikanten ist. Er gewinnt nur in den Nachproducten, was er in dem ersten Producte schon hätte mehr gewinnen müssen, und hiernach sind denn auch jene Fabrikationsmethoden, die 5 bis 7 Nachproducte geben sollen, zu beurtheilen. — Das Ziel des rationellen Fabrikanten muss sein, sämmtlichen Krystallzucker aus der Füllmasse auf einmal „als erstes Product" zu gewinnen. Dieses Ziel muss man also möglichst bald zu erreichen streben, für jetzt aber wenigstens den Zucker in zwei Producten zu gewinnen suchen.

Der vom zweiten Producte ablaufende Syrup wird gewöhnlich nochmals eingedickt und in sehr grossen Reservoiren, gewöhnlich gemauerten Gruben, einer langsamen Krystallisation bei höherer Temperatur überlassen. Die Dauer derselben erstreckt sich gewöhnlich über $^1/_2$ Jahr bis fast zum Anfange der nächsten Campagne, wo man die ganze Masse auf Siebe (Beutel) füllt, welche die ausgeschiedenen Krystalle zurückhalten, während der Syrup, der nunmehr Melasse genannt wird, abtropft. Die so erhaltenen Zuckerkrystalle werden entweder wieder aufgelöst und umgekocht, oder dem zweiten Producte vor seiner Krystallisation beigemischt, da sie dann mit geringen Kosten mit verarbeitet werden. — Die gesonderte Umarbeitung des dritten Productes deckt oft nicht die darauf verwendeten Kosten.

Für 100 Pfd. Füllmasse sind die Ausbeuten ungefähr folgende. — Es resultirten bei 60 Proc. ersten Productes 40 Pfd. Grünsyrup, der 35,2 Pfd. Krystallmasse zweiter Krystallisation gab, woraus 26 Proc. oder 9,1 Pfd. zweiten Productes erzielt wurden. Es blieben mithin (35,2 — 9,1 =) 26,1 Pfd. Syrup, der um 10 Proc. eingedickt = 23,5 Pfd. Krystallmasse dritten Productes gäbe, die à 15 Proc. Ausbeute 3,5 Pfd. Zucker dritten Productes hoffen liessen, wonach

	20	Pfd. Melasse zurückblieben, nachdem	
72,6 Proc. {	60	Pfd. erstes Product	
	9,1	„ zweites „	und
	3,5	„ drittes „	erzielt wären.
Summa	92,6	Pfd.	
und	7,4	„ Verlust	
	100,0	Pfd.	

Man könnte vielleicht die verschiedenen Ausbeuten aus den Füllmassen in folgender Art zusammenstellen.

Bei einem Gehalte der Füllmasse von Zucker in 100 festen Theilen	werden erhalten an		
	erstem Producte	zweitem und drittem Producte	In Summa
84 Proc.	58,3 Proc.	9,7 Proc.	68 Proc.
85	60,2	9,8	70
86	62	10	72
87	63,6	10,4	74
88	65,4	10,6	76
89	67	11	78
90	68,8	11,2	80

Vergleichende Betrachtungen über Erhitzung, Verdampfung, Eindicken nebst Erwähnung anderer Methoden.

Wenn im Vorhergehenden über Verdampfung mit besonderer Rücksicht auf die gegenwärtige Rübenzuckerfabrikation die Rede war, so dürften doch auch einige allgemeine Daten über Verdunstung und Verdampfung Interesse haben. Das Natürlichste und Wohlfeilste ist jedenfalls immer die Benutzung der Sonnenwärme und der dadurch erwärmten Luft. Wenn eine Flüssigkeit der bewegten Luft ausgesetzt ist, so sättigt sie je nach den Wärmegraden die darüber befindlichen Luftschichten mehr oder weniger mit Wasserdämpfen. Eine solche Verdunstung wird in derselben Zeit natürlich um so energischer vor sich gehen, je trockener die Luft, je rascher der Wechsel derselben und je grösser die Flüssigkeitsoberfläche ist.

Daher hat der Wind eine so grosse Fähigkeit zum Trocknen, wie das Austrocknen feuchten Ackerbodens oder nasser Wäsche beweist. Eine gleiche Wirkung wie die Winde in der Natur würde die künst-

liche Bewegung der Luft durch Flügelgebläse oder dergleichen hervorbringen. Péclet giebt an, dass man in 6 Stunden 70,000 Cubikmeter Luft mit einer Geschwindigkeit von 5 Metern bewegen könne. Nimmt nun die Luft (deren Feuchtigkeitsgehalt in den verschiedenen Jahres-, Tageszeiten etc. sehr variirt) im Herbste z. B. 3 Gramme per Cubikmeter nach Montgolfier auf, so könnten damit (70,000 . 0,003 =) 210 Kilogramm Wasser verdampft werden, so dass in Ländern, wo die Sonne die Luft hinlänglich erwärmt, schon durch mechanische Kraft eine billige Verdunstung des Wassers erzielt werden könnte.

Diese billige Verdampfung durch die Luft schlug Melsens für die überseeische Zuckerindustrie vor. Durch Anwendung von doppelt schweflichtsaurem Kalke vor Verderben geschützt, sollte der Zuckersaft beliebig lange in flachen Gefässen dem Luftwechsel und der tropischen Sonne überlassen werden. Allein bis jetzt scheint der Erfolg den Erwartungen nicht entsprochen zu haben.

Einen ähnlichen Zweck in Bezug auf Verdampfung würde man erzielen, wenn man die Flüssigkeit über ein Gradirwerk wie in den Salinen langsam heruntertropfen liesse, wodurch der Luft die grösstmöglichste Berührungsfläche mit der Lösung dargeboten würde. Die Verdampfungskosten würden auf die Zinsen der Anlage und das Heben der Flüssigkeiten reducirt; leider können wir für die Zuckerindustrie keinen Gebrauch davon machen. Durch die Einführung von Apparaten, in denen die Eindickung der Säfte mittelst sogenannten Retourdampfes, also eigentlich ohne neue Kosten, verursacht wird, haben derartige Abdampfungsmethoden übrigens wenig Aussicht auf Erfolg in Europa.

Ein Versuch, die Verdampfung von Rübensäften mittelst erwärmter Luft zu bewerkstelligen, ist von Brame und Chevallier leider ohne Erfolg gemacht worden. Obgleich die Luft bei ihrem Durchgange durch die Flüssigkeit sich rasch mit Wasserdämpfen sättigte und die Zeit des Eindickens abkürzte, so litten doch die Producte durch die vielfache Berührung mit der Luft, und da die Kosten der Verdampfung wenigstens eben so hoch sich beliefen, wie sonst, so wurde diese Methode bald wieder aufgegeben.

Bei der Verdampfung sowohl über freiem Feuer als mit Dampf in offenen Pfannen wird die Oberfläche der Zuckerlösung durch die sich bildenden Dämpfe ziemlich vollständig gegen die Einwirkung der äusseren Luft geschützt. Noch mehr ist dies der Fall, wenn man, wie gewöhnlich, die Pfanne mit einem Deckel schliesst, aus welchem ein

genügend weites Rohr die Dämpfe abführt. Ich muss, bevor ich dies Kapitel abschliesse, noch des Umstandes gedenken, dass ein gleiches Gewicht Zuckerlösung weniger Wärme zur Erwärmung um 1⁰ bedürfen soll, als ein gleiches Gewicht Wasser; oder mit anderen Worten, dass die specifische Wärme der Zuckerlösung eine geringere, nämlich 0,5, als die des Wassers ist, letzteres gleich 1 gesetzt. Wir haben diesen Umstand in allen früheren Berechnungen deshalb nicht berücksichtigt, weil die Rübensäfte keine reine Zuckerlösungen, sondern mit mehr oder weniger Salzen verunreinigt sind und deshalb eben auch keine bestimmt festzusetzende specifische Wärme besitzen. Es ist indessen bekannt, dass Rübensäfte einmal leichter, ein andermal schwieriger kochen bei derselben Heizfläche.

Wenn Péclet daher (§. 1781) anführt, dass die specifische Wärme der Flüssigkeit mit dem Gewichte derselben und der Erhöhung der Temperatur multiplicirt werden müsste, um die erforderlichen Zahlen zu finden, so kann dies eben nur bei reinen Zuckerlösungen oder bei guten Säften zutreffend sein.

Wollen wir diese Art der Berechnung auf die Dicksäfte beziehen, so könnte man folgende Annahmen aufstellen.

Von 1000 Ctr. Rüben erhält man ungefähr	28,000 Pfd.	Dicksaft
und bei 11 Proc. „	11,000 „	Füllmasse.
Es blieben also zu verdampfen. . . .	17,000 Pfd.	Wasser

während des Kochens, nachdem die Flüssigkeit zum Siedepunkte erhitzt wäre. Gelangt nun der Dicksaft z. B. mit 45⁰ aus dem Reservoire zum Kochen, so müssen ihm noch 88 — 45 =) 43 W.-E. hinzugefügt werden. Die dazu benöthigte Wärmemenge betrüge, wenn die specifische Wärme der Zuckerlösung $1/_2$ der des Wassers, $\frac{17{,}000\ .\ 43}{2} = 365{,}500$ (: 520) = 703 Pfd. Dampf. Dies Beispiel dürfte genügen, um zu zeigen, wie die obige Theorie angewandt wird. Wir wollen aber die hier erhaltenen Zahlen benutzen, auf die gewöhnlich übliche Art die Grösse der erforderlichen Heizfläche im Vacuo zu berechnen.

Zu verdampfen sind beim Kochen, wie oben,	17,000 Pfd.	Wasser,
zum Erhitzen sind erforderlich . . .	703 „	Dampf,
	17,703 Pfd.	Dampf

wären mithin das in Summa erforderliche Dampfquantum in 24 Stunden; in einer Stunde daher 738 Pfd., oder vertheilen wir (da 8 Stunden zum Kochen des Syrups nöthig sind) die ganze Arbeit auf 16 Stunden, so kommen auf 1 Arbeitsstunde (17,703 : 16 =) 1106 Pfd. Dampf.

Die Temperaturdifferenzen wären bei Dampf von 3 Atmosphären während des Anwärmens $= 108^0$ R. $- \frac{88 + 45}{2} = 41{,}5^0$, später 108 $- 68 = 40^0$ Differenz. Bei dieser Differenz überträgt ein Quadratfuss Heizfläche pro Stunde 9000 W.-E. oder er verdampft (9000 : 520 =) 17,3 Pfd. Wasser, die Grösse der nöthigen Heizfläche wäre daher (1106 : 17,3 =) 64 Quadratfuss, welche jedoch nur eben ausreicht, und für die Praxis noch etwas grösser, vielleicht zu 70 Quadratfuss anzunehmen wäre.

Péclet nimmt an, dass durch 1 Quadratmeter (circa 10 Quadratfuss) für jede Stunde und jeden Grad Temperaturdifferenz 5 bis 7 Kilo oder 10 bis 14 Pfd. Dampf condensirt würden in Schlangenröhren, und 1 bis 3 Kilo oder 2 bis 6 Pfd. Dampf bei Anwendung von Doppelböden. Dies scheint mir für die Praxis der Rübenzuckerindustrie viel zu hoch angenommen zu sein, und aus meinen eigenen Erfahrungen ergiebt sich, dass 1 Quadratfuss per 1 Stunde überträgt:

	Uebertragene W.-E.	Verdampftes Wasser. Pfd.	Bei Temperaturen. Grad.	Bei einer Temperaturdifferenz. Grad.	Per 1 Grad Differenz also Pfd.
Bei der Scheidung (Doppelböden)	6600	10.8	$\frac{4 \times 80}{2/108}$	66	0,16
Bei der Abdampfung in offenen Gefässen (Schlangen. Dampf von 3 Atmosphären)	11000	21	$82/108$	26	0,81
Bei der Abdampfung im Vacuo mittelst Retourdämpfen von 88^0 R.:					
Einfache Wirkung des Dampfes in Schlangen	$16000/20000$	32	$56/88$	32	1,00
Bei dreifacher Wirkung des Dampfes in geradstehenden Röhren	à 2300	4,4	$88/79/70/61$	9	0,49
Beim Verkochen der Kläre im Vacuo (Schlangenröhren)	$6000/80000$	$13/15$	$68/108$	40	$\frac{0{,}32}{0{,}37}$

Auch Schinz führt (Compendium Tab. XLIX) eine Tabelle über die Mittheilung der Wärme an, die für unsere Zwecke viel zu hoch gegriffen erscheint.

Da die Temperatur der Dämpfe mit dem auf ihnen lastenden Drucke wächst, so wird dadurch auch die Temperaturdifferenz erhöht, und deshalb spornen denn auch die Fabrikanten, welche schlecht organisirten Fabriken vorstehen müssen, den Heizer gewöhnlich an, höhere Dampfspannungen zu halten, wenn die vorhandenen Abdampfvorrichtungen die Menge des aus dem Safte zu verdampfenden Wassers nicht bewältigen können, und wird die Leistung der Abdampfapparate dadurch wesentlich gesteigert. Hall nimmt sogar an, dass mit jedem Pfunde höheren Druckes (als 2,85 Pfd. Ueberdruck) per Quadratzoll in einer Stunde 120 W.-E. mehr durch jeden Quadratfuss Heizfläche gehen.

So versucht man auch in Salinen den gebrauchten Dampf geringer Spannung durch eine mechanische Kraft zusammenzudrücken und in andere Heizschlangen zu pressen. Pelletan wollte zu diesem Behufe Dampf von 5 bis 6 Atmosphären anwenden.

Mir scheint aber, dass wir ein weit einfacheres und wirksameres Mittel besitzen, die Leistungen der Abdampfapparate zu erhöhen, als durch Druck; nämlich, wie schon früher erwähnt, durch „Ueberhitzung" des Dampfes. Dies kann geschehen entweder vor seinem Eintritte in die Dampfmaschine oder, wenn man eine Beschädigung der Maschinentheile fürchtet, bei seinem Austritte aus derselben. Der gespannte Dampf, wie er in den Zuckerfabriken gewöhnlich gebraucht wird, besitzt 108 bis 110° R. Wärme, der abgehende Maschinendampf 88° R., die von den Dampfkesseln abziehende Feuerluft, ehe sie in den Schornstein gelangt (oder in demselben), hat in gut eingerichteten Feuerungen gewöhnlich 180 bis 200° R., oft sogar bis 300° R., so dass daher eine Temperaturdifferenz von (180 — 110 =) 70° oder (180 — 88 =) 92° zu Gebote steht, welche vollkommen genügend erscheint, dem Dampfe wenigstens noch 10 bis 20° Wärme zuzuführen. Wenn man den Dampf durch mehrere dünne Röhren (deren Querschnitte gleich sein müssen dem Dampfleitungsrohre) strömen lässt, also mit der grösstmöglichsten Oberfläche der abziehenden Feuerluft aussetzt, so geschieht das „Ueberhitzen" sehr schnell, es genügt dazu $^1/_2$ bis 1 Quadratfuss pro Pferdekraft. Die geringe Ueberhitzung um 20° R. genügt für die Zwecke der Rübenzuckerfabrikation vollkommen, denn selbst der abgehende Maschinendampf würde dadurch von 88 auf 108° R. erwärmt,

oder würde dann in Abdampfapparaten nahezu so viel leisten, als der directe Dampf jetzt wirkt. Der directe Dampf würde natürlich von 108 bis 128° erwärmt noch mehr leisten, und es würden sehr kleine Abdampfapparate genügen, um grosse Leistungen hervorzubringen. Da diese Erhitzung des Dampfes keinen neuen Aufwand von Brennstoff erfordert, also eigentlich nichts kostet, so ist es wirklich befremdend, dieselbe nur so selten angewendet zu sehen.

Anstatt übrigens dem Dampfe, als dem Uebermittler der Wärme kostenlos noch mehr davon zuzuführen, könnte man sie ja auch direct zur kostenlosen Abdampfung der Säfte oder z. B. der Süsswässer benutzen, wenn man in dem zum Schornsteine führenden Canale eine Art Röhrenkessel legte, und durch dessen Röhren die heissen Feuergase zöge, und das in demselben befindliche Süsswasser im verdünnten Raume zum Sieden bei vielleicht 66° R. erhitzte.

Da die abziehende Feuerluft 180° hat und höchstens 30° abgiebt, also mit 150° in den Schornstein entweicht (was vollkommen genügt, einen guten Zug zu erzeugen), so wäre hier eine Temperaturdifferenz von $\left(\frac{180 + 150}{2} =\right) 165 - 66^{0} = 99^{0}$ R.

Die Heizflächen solcher Apparate müssten jedoch bedeutend sein, da trotz der grossen Temperaturdifferenz schwerlich auf mehr als $1^{1}/_{2}$ Pfd. Wasserverdampfung per Quadratfuss und Stunde zu rechnen wäre, was wohl eine Folge des geringen Druckes (einer Wassersäule von 8 Millimetern entsprechend) sein dürfte, mit welchem die Gase in den Schornstein entweichen. Die Comprimirung der Feuerluft, wenn auch nur mit geringer Pression, scheint schöne Resultate zu versprechen, die indessen jetzt noch nicht leicht praktisch zu erzielen sein dürften.

Auf die hier angegebene Weise ist es übrigens möglich, sämmtliche Süsswässer, zu deren Verdampfung die Retourdämpfe in gut organisirten Fabriken nicht ausreichen, ohne Aufwand von Brennstoff, also umsonst, einzudicken. Ja selbst die dreifache Wirkung des Dampfes in complicirten Apparaten erscheint unnöthig, da wir kostenlose Wärmequellen genug besitzen, um in einfachen und billigen Apparaten dasselbe Resultat zu erzielen.

Wie viel Wärme noch unbenutzt verloren geht, erhellt aus den Angaben nach Schinz, dass 1 Pfd. gewöhnliches Holz noch 406 W.-E. in den Schornstein abgiebt, wenn die Feuerluft mit 150° abzieht, und dass für 1 Pfd. verbrannte Kohle theoretisch noch 582 W.-E. benutzt werden könnten, ausser dem bis jetzt erzielten besten Resultat.

Hierbei folgt noch eine Tabelle über die Temperaturgrade, bei denen die Lösungen in mehr oder weniger luftverdünnten Räumen kochen.

Luftverdünnung		Restirender Luftdruck		Temperaturen der Dämpfe.	
in Centimetern.	in Zollen.	in Centimetern Quecksilber.	in Zollen Quecksilber.	Celsius.	Réaumur.
27	10	49	18	88	70
32,4	12	43,6	16	85	68
38	14	38	14	82	66
43,6	16	32,4	12	78	62
49	18	27	10	74	59
54	20	22	8	69	55
59,4	22	16,6	6	63	50
64,8	24	11,2	4	55	44
70,4	26	5,5	2	43	34

Das Raffiniren des Zuckers.

Das Klären, Filtriren, Kochen und Füllen der Raffinade.

Der Rohzucker, welcher aus den Runkelrüben (oder dem Zuckerrohre) gewonnen wird, enthält mehrere Stoffe, welche entweder noch aus dem Pflanzensafte herstammen oder dem Safte behufs der Abscheidung des Zuckers in Krystallform beigemengt wurden (Kalk). Den Zucker frei von allen diesen Beimengungen darzustellen, ist der Zweck des Raffinirens. Der Werth des Rohzuckers ist immer durch die Beschaffenheit und durch das Verhältniss der fremden Stoffe zum Zucker bedingt, und es ist daher für den Raffinadeur sehr wichtig, dies Verhältniss bei dem Einkaufe der Zucker zu kennen, zumal da er dasselbe mittelst des Ventzke-Soleil'schen Polarimeters sehr leicht ermitteln kann. Vollkommen reine Zuckerlösung zeigt bei 1,100 specif. Gewicht = 100 Proc. Zucker in diesem Instrumente an. Unreiner Zucker (Rohzucker) wird daher so viel weniger anzeigen, als fremde Beimengungen darin enthalten sind.

Dieselben bestehen nun gewöhnlich in Wasser, Farbstoffen, gummiartigen Stoffen, Resten organischer Substanzen und einem Theil der löslichen Mineralsalze (Kali, Natron etc.), welche die Rübe dem Boden entzog, und die den ganzen Gang der Fabrikation mit durchwanderten. Als zufällige Beimengungen sind Sand oder Erde zu betrachten,

die in einer schwachen Lösung des Rohzuckers sich zu Boden senken und auf diese Weise ermittelt werden können.

Die geringe Menge organischer Bestandtheile lässt sich mit den im Früheren mitgetheilten Mitteln annähernd feststellen. Ueber die grössere oder geringere Menge der Salze lassen Veraschungen gleicher Gewichtsquantitäten vergleichende Schlüsse ziehen. Das dem Rohzucker beigemengte Wasser vermindert nur das Gewicht des vorhandenen Zuckers.

Die Entfernung der übrigen Stoffe sucht man in der Praxis durch die Operationen des Klärens, Filtrirens, Kochens (Umkrystallisiren) und Deckens zu erreichen. Die Klärung hat zum Zweck, den Rohzucker aufzulösen und einen Theil der fremden Bestandtheile dadurch auszuscheiden, dass sie bei dem Coaguliren des zugesetzten Blutes mechanisch eingeschlossen und so als grössere Flocken leichter aus der Lösung entfernt werden können. Der hierbei wirksame Stoff des Blutes ist das Eiweiss, welches bei einer höheren Temperatur (über 60° R.) gerinnt, weshalb man auch das Eiweiss der Eier, die 61 Proc. davon enthalten, oder dergleichen, zum Klären anwenden kann. — Leider aber bringen diese Stoffe zugleich eine Menge anderer fremden Stoffe und namentlich Salze in die Zuckerlösung, die keineswegs dazu beitragen, die Lösung effectiv reiner zu machen.

Der Aschengehalt des trocknen Eiweisses (circa 12 Proc. der Eier) beträgt circa 6 Proc., in denen Chlorkalium, kohlensaures Natron, Kochsalz und andere Salze enthalten sind.

Das Blut der Säugethiere besteht aus

Wasser	= 78,300	Proc.
Fibrin	= 0,260	„
Albumin	= 6,500	„
Blutkörperchen	= 13,130	„
Fetten	= 0,300	„
Elain.	= 0,180	„
Extractivstoffe	= 0,350	„
Alkalisalze	= 0,800	„
Erdsalze und Eisenoxyd . . .	= 0,180	„
	100,000	Proc.

Getrocknetes Blut giebt circa 4,42 Proc. Asche, wovon circa 50 Proc. Chlornatrium und 30 Proc. phosphorsaures und kohlensaures Natron sind.

Aus dieser Analyse ist zu ersehen, wie viele verschiedene Körper organischer und unorganischer Natur wir durch solchen Zusatz der Zuckerlösung zuführen. Es ist auch eine bekannte Thatsache, dass die mit Blut bereitete Kläre der Raffinerien weit weniger haltbar ist, als die ohne Blut bereitete.

Dazu kommt noch das ebenso unangenehme als schwierige Aufbewahren des Blutes für jene Oertlichkeiten, wo es nicht immer im frischen Zustande zu Gebote steht. Die so leicht beginnende Zersetzung lässt sich wohl nur durch rechtzeitiges Trocknen bei niederen Temperaturen oder durch Vermischen mit feinem Kohlenstaube vermeiden, welches letztere Mittel das einfachste ist, da es beim Waschen der Knochenkohle abfällt und zugleich die Klärung der Zuckerlösungen befördert. Es wird dadurch die Fäulniss des Eiweissstoffes im Blute verhindert und das aufbewahrte Blut soll dann ebenso brauchbar sein als im frischen Zustande.

In Russland benutzt man vielfach das getrocknete Blut in Pulverform zum Klären. Es hat, richtig angewendet, keine üblen Folgen.

Diese mehrfachen Uebelstände, denen man beim Gebrauche des Blutes begegnet, hat man sich nun vielfach bemüht, zu vermeiden, indem man in den Fällen, wo reinere Rohzucker zu Gebote stehen, gar kein Blut mehr anwendet und die Reinigung der gekochten Lösung entweder der Knochenkohle überlässt, oder zu anderen Mitteln seine Zuflucht nimmt, wie z. B. zur Anwendung des sauren phosphorsauren Kalkes, der auf Zusatz von Kalk einen voluminösen Niederschlag giebt und durch seine gelatinöse Form einen grossen Theil der fremden Substanzen einschliesst und mit niederreisst. Auch das Thonerdehydrat hat man vorgeschlagen, welches zugleich die Eigenschaft besitzt, aus Flüssigkeiten Farbstoffe zu absorbiren und so zugleich die Wirkung der Knochenkohle zu verstärken. — Die Operation des Klärens erfolgt mit einer einfachen Beutelfiltration sehr schnell und vorzüglich. Das Thonerdehydrat ist billig im Handel zu beziehen, erleidet keine Zersetzung beim Aufbewahren und verbessert zugleich den Geschmack des Rohzuckers.

Daubery schlägt vor, beide Methoden zu combiniren, nämlich Thonerdesuperphosphat, welches vorzügliche Dienste beim Klären des Zuckers leisten soll.

Sehr schmieriger, verunreinigter Zucker (besonders in Seewasser getauchter indischer, sogenannter havarirter Zucker) wird nach War-

burton durch eine kleine Zugabe von schwefelsaurem Zinkoxyd sehr rasch und vollständig geklärt.

Die Gefässe, deren man sich zum Auflösen und Klären des Rohzuckers bedient, sind verschiedener Art. Oft findet man in Raffinerien ganz ähnliche kupferne Pfannen, wie sie bei der Rohzuckerfabrikation zur Scheidung der Säfte verwendet werden (Fig. 103, S. 415 dieses Werkes). Der Dampf tritt in den Doppelboden und erwärmt den in Wasser aufgelösten Rohzucker, zu welchem bei einer Temperatur unter dem Gerinnungspunkte des Eiweisses, also unter 70° C. (= 56° R.), das Klärmittel gegeben wird. Bei Erhöhung der Temperatur gerinnt das Eiweiss, hüllt die trübenden Stoffe ein und macht dadurch die Lösung klar und hell. Sobald die Lösung aufkocht, ist der Zweck erfüllt. Diese Pfannen bieten die Schwierigkeit, dass der Zucker, noch ehe er in dem Wasser gelöst ist, sich zu Boden setzt und dann leicht durch die dort herrschende hohe Temperatur gefärbt wird; ein beständiges Rühren ist daher hierbei Bedingung. Die Anlage solcher Pfannen ist ferner theuer, die Wärmemittheilung bei dickem Kupfer langsam und schwierig. Man hat daher versucht, den Dampf in Schlangenröhren wirken zu lassen, welche die Wärme besser mittheilen und die Anlagekosten vermindern; aber auch dabei wird der Zucker dunkel, wenn nicht über die Schlangen ein messingenes Sieb gelegt wird, auf welchem der Zucker liegen bleibt, und dadurch vor der directen Berührung mit dem heissen Dampfrohre geschützt wird. Wenn man diese Einrichtung in einem geschlossenen Gefässe trifft, worin die Luft ein wenig verdünnt erhalten wird, so ist diese Zusammenstellung die vollständigste, die man dazu anwenden kann. — Die Luftverdünnung ermöglicht das Kochen bei einer niedrigen Temperatur, die bei Anwendung des Blutes nur die Höhe zu erreichen braucht, bei welcher das Eiweiss gerinnt.

Am häufigsten findet man jedoch offene Pfannen oder mit Kupfer ausgeschlagene Kästen zur Klärung verwendet, in denen der Dampf durch ein mit vielen Löchern versehenes Rohr ausströmt und sich zugleich in Berührung mit der Zuckerlösung verdichtet. Es ist dabei nur zu beachten, dass das Dampfrohr an der Aussenseite bis unten hingeführt wird, wo es dann durch die Wand des Gefässes hindurch in die mit Löchern versehene Röhre (die sogenannte Brause) mündet. Würde das Dampfrohr im Innern heruntergeführt, so würde die Zuckerlösung um das Rohr herum stärker kochen, als an den anderen Theilen und sich dort auch etwas färben. — Merkwürdiger Weise leidet die

Farbe der Zuckerlösung durch dieses directe Einströmen des Dampfes weit weniger als bei den anderen Methoden. Es scheint, als ob der einströmende Dampf sich sofort condensire, indem er mit dem Zucker und Wasser in Berührung kommt und so nur als warmes Wasser lösend wirke. Die Menge des zur Klärung erforderlichen Dampfes ergiebt sich leicht, wenn man berechnet, dass z. B. 2000 Pfd. Zucker und Wasser von 10 bis 80° R., also um 70°, erhitzt werden sollen. Es sind dazu (2000 . 70 =) 140,000 W.-E. erforderlich, die durch (140,000 : 520 =) 270 Pfd. Dampf beschafft werden, und soviel Wasser bleibt zugleich als verdichteter Dampf in der Klärpfanne und verdünnt den Zucker um diesen Betrag.

Die geklärte Zuckerlösung wird dann am einfachsten durch mit Quetschhähnen versehene Guttaperchaschläuche abgelassen und durch Leinwand oder grobe Kohle filtrirt, um die mechanischen Beimengungen zurückzuhalten, welche die nachherige Filtration beeinträchtigen würden. Der bei der Scheidung zurückbleibende „Schaum" wird mit Wasser verdünnt, ausgesüsst und abgepresst, um den darin enthaltenen Zucker noch möglichst zu gewinnen.

Die geklärte Lösung oder sogenannte „Kläre" ist nun je nach der Menge des zugesetzten Blutes oder je nach der Anwendung einer höheren oder niederen Temperatur mehr oder weniger gefärbt. Man kann sich am deutlichsten davon überzeugen, wenn man Rohzucker in schwach erwärmtem Wasser löst, und die Lösung mit der „Kläre" vergleicht. Der Unterschied zwischen beiden ist oft sehr bedeutend.

Die „Kläre" wird nun durch möglichst fein gekörnte Knochenkohle filtrirt. Diese nimmt bekanntlich, wie schon früher erörtert wurde, besonders die Alkalien auf, die dem Rohzucker noch anhafteten, sowie den Kalk, der bei der Klärung in einigen Fällen, wo sehr alte, lange gelagerte Rohzucker verarbeitet werden, zugesetzt wird.

Die Entfernung derselben ist nun aber um so wichtiger, als besonders die ätzenden Alkalien nicht nur einen sehr unangenehmen Geschmack besitzen, sondern auch beim Sieden des Zuckers demselben eine Färbung ertheilen, welche dann nicht mehr gänzlich zu entfernen ist. Das Hauptaugenmerk des Raffinadeurs sollte deshalb darauf gerichtet sein, durch eine hinreichend grosse Menge Kohle oder eine vorzügliche Beschaffenheit derselben dies Ziel zu erreichen. Die Menge der anzuwendenden Kohle ist demnach nach der Beschaffenheit des Rohzuckers zu bemessen, und zwar pflegt man zwischen 30 bis 100 Proc. davon anzuwenden; sollte aber selbst eine solche Menge nicht

hinreichen, die Alkalien in der Form, wie sie dem Zucker anhaften, zu entfernen, dann schiene es mir rationell, dieselben in der Kläre wenigstens in eine andere Form überzuführen, in welcher sie einen weniger schädlichen Einfluss ausüben. Zu diesem Zwecke ist ganz besonders die Phosphorsäure zu empfehlen, welche die Alkalien in phosphorsaure Alkalien überführt. Ein Versuch im Kleinen kann Jedermann davon überzeugen, dass die feinste Raffinade mit phosphorsaurem Kali in Wasser gelöst, bei gewöhnlicher Temperatur vollkommen farblos und vollständig auskrystallisirt, während die ätzenden Alkalien dieselbe nicht nur stark färben, sondern auch ihre Krystallisationsfähigkeit wesentlich beeinträchtigen.

Auch die Chloralkalien wirken weniger schädlich ein; allein sie werden von der Knochenkohle gar nicht absorbirt und können dadurch aus der Lösung des Zuckers auch nicht entfernt werden. Wegen dieser Schwierigkeiten glaube ich der Anwendung der Phosphorsäure zur Klärung schon das Wort reden zu müssen; denn die dadurch bedingte Entfernung des Kalkes aus der Kläre kann keine grosse Bedenken erregen, da in der Raffinerie schon reine und von Proteinsubstanzen freie Lösungen vorkommen, die deshalb und auch schon wegen ihrer Concentration nicht so leicht dem Verderben unterworfen sind. Eine gute Kläre soll keine, oder doch nur so wenig Proteinsubstanzen enthalten, dass auf Zusatz von Galläpfeltinctur keine Trübung in derselben entsteht.

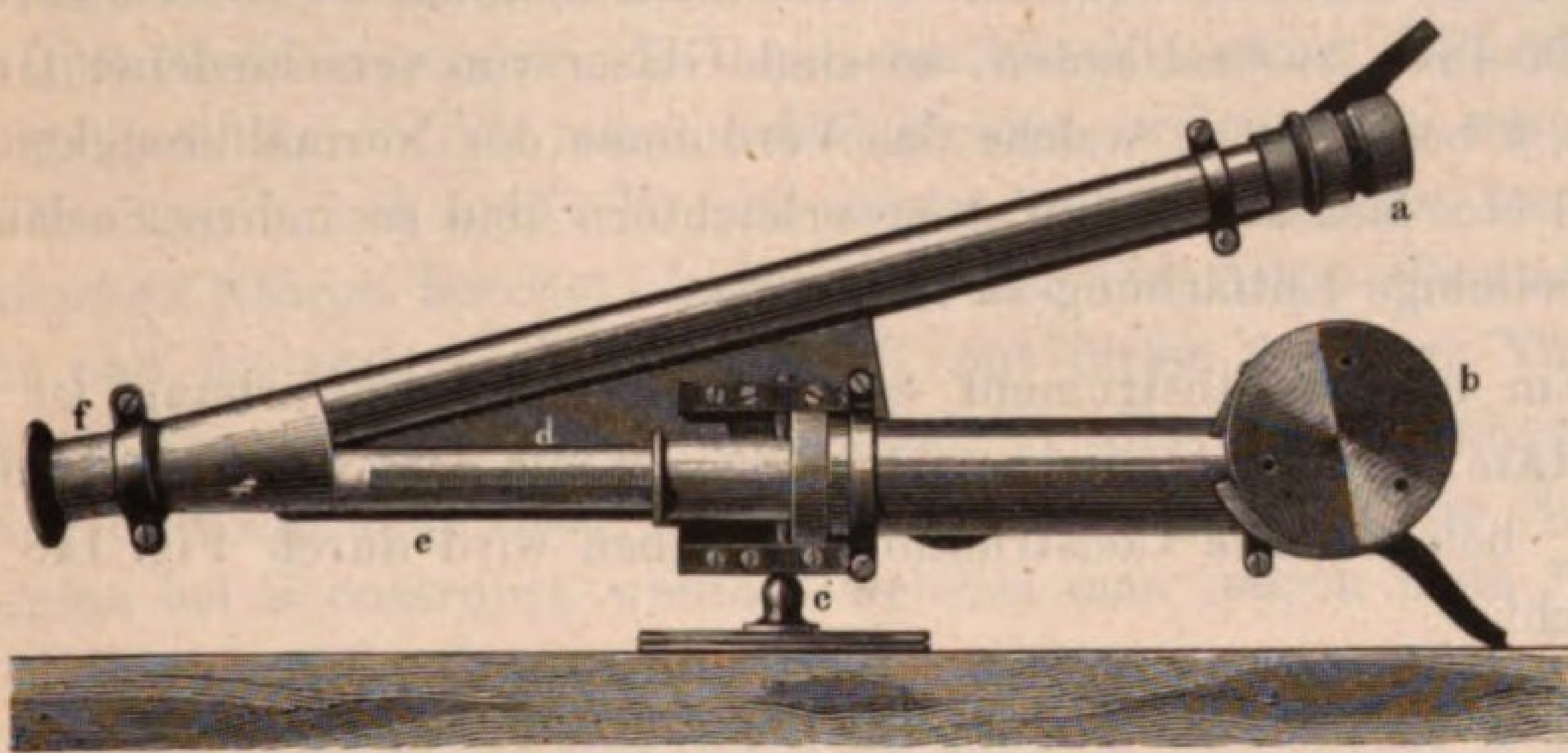
Von ebenso grossem Vortheile für die Raffinerie ist eine möglichste Entfärbung der Kläre, weil bei der Bildung von Krystallen aus irgend einer Lösung von diesen stets etwas Mutterlauge eingeschlossen wird. Obgleich die Menge derselben höchst unbedeutend ist, so beeinträchtigt sie doch, auch wenn sie noch so wenig gefärbt ist, die glänzende Weisse der Krystalle, was bei Raffinaden oft hinreicht, den Preis derselben bedeutend zu erniedrigen. Das dringende Bedürfniss, die Farbe der „Kläre" beurtheilen zu können, ist nun wohl die Veranlassung zur Construction von Instrumenten gewesen, um den Grad der Entfärbung messen und wo möglich in Zahlen ausdrücken zu können.

Fig. 146 stellt die obere Ansicht, Fig. 147 die Seitenansicht eines solchen Instrumentes dar, wie es von Ventzke vorgeschlagen wurde, und von Herrn F. Schmidt in Berlin geliefert wird.

Dasselbe dient eigentlich nur zu Vergleichen zweier gefärbten Lösungen, und man erfährt dadurch nur das Verhältniss der Färbung beider zu einander. Die Lösung nun, welche man zur Grundlage der

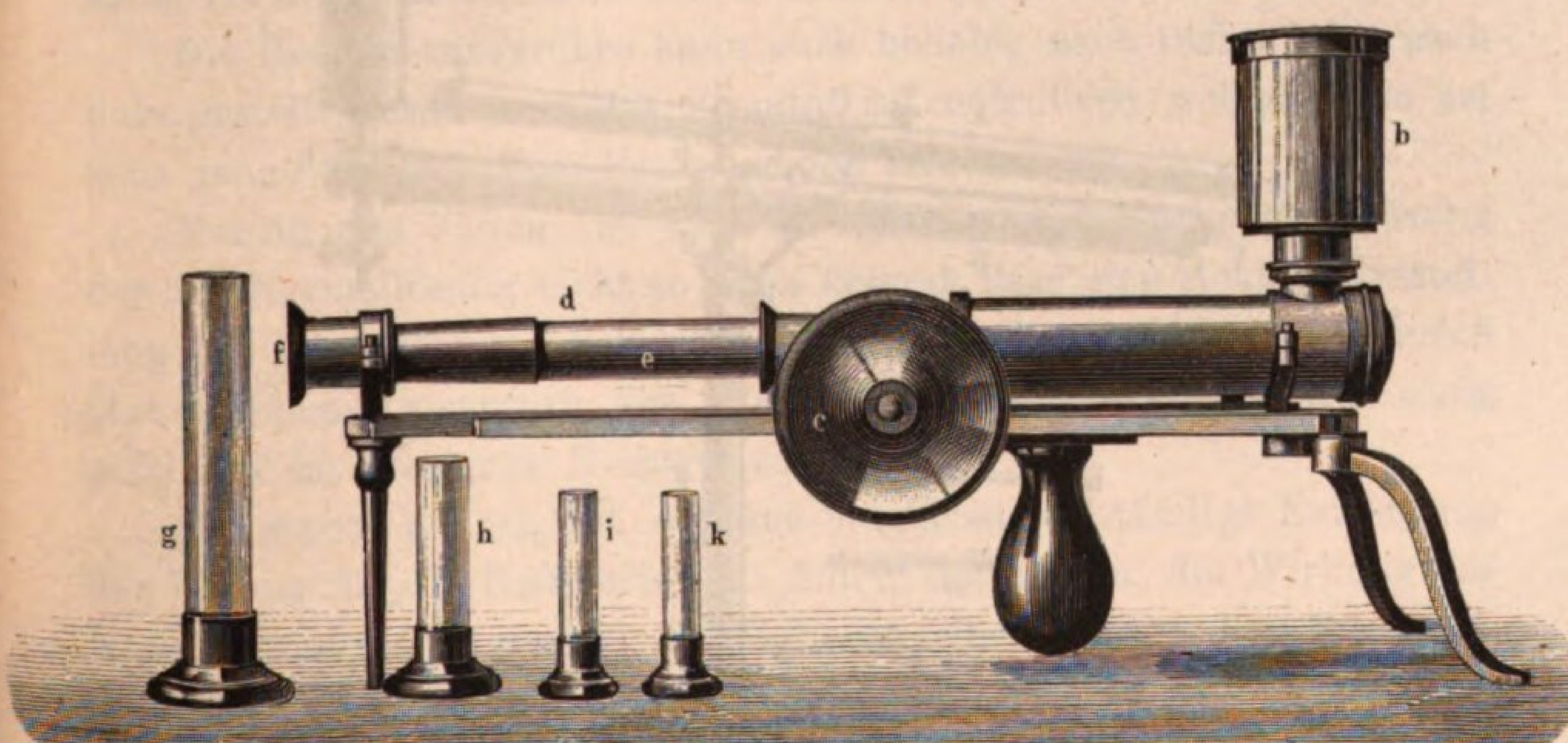
Vergleichung nehmen will, füllt man in den dazu bestimmten Raum *a* der einen Röhre, und erhält so eine Normalschicht von 5 Linien preuss.

Fig. 146.



Stärke; während die andere Lösung in das Gefäss *b* gegossen wird, von wo sie in die zweite Röhre tritt, in welcher ein durch die Schraube *c*

Fig. 147.



verschiebbarer Glasstempel erlaubt, die Schicht derselben zu verlängern oder zu verkürzen. Die Scala *d* oben auf dem Rohre *e* gestattet die Länge der Schicht in der Röhre genau abzulesen, und macht es möglich, das Resultat des Vergleiches in Zahlen auszudrücken. Da sich das Auge des Beobachters bei *f* befindet und folglich beide zu vergleichende Lösungen in den Röhren zugleich sieht, so ist eine genaue Feststellung der Farbengleichheit beider Schichten nicht schwierig zu treffen, weshalb dieser Apparat einen grossen Vorzug vor

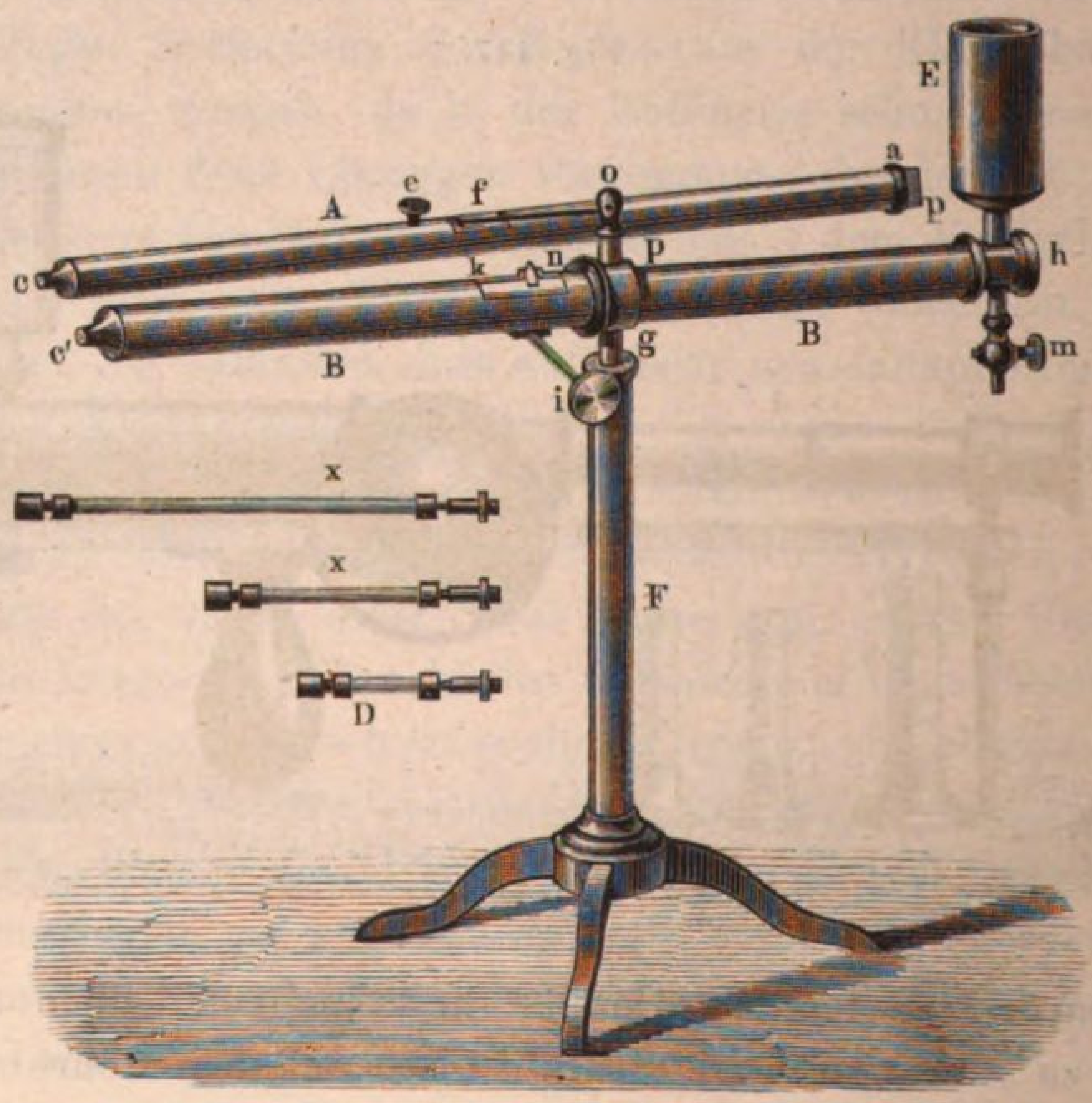
Payen's Decolorimeter bietet, den ich deshalb hier gar nicht weiter beschreibe.

Da es indessen auf diese Weise nicht möglich ist, die Entfärbung über 90 Proc. zu bestimmen, so sind Gläser von verschiedener Grösse *g*, *h*, *i*, *k* beigegeben, welche das Verdünnen der Normalflüssigkeit mit 1, 2, 3 etc. Maasstheilen Wasser erleichtern und so indirect erlauben, jede beliebige Entfärbung zu messen.

Ein anderes Instrument zum Messen der Entfärbung ist von Dr. Stammer und Greiner erfunden und mit dem Namen „Chromoskop" belegt. Die Construction desselben wird durch Fig. 148 versinnlicht.

Es besteht aus dem Beobachtungsrohre *A*, der Messröhre *B*, dem Normalfarbeglas *p* und dem Compensationsrohre.

Fig. 148



Die Idee, welche der Construction dieses Instrumentes vorgeschwebt hat, scheint die gewesen zu sein, nicht nur die Flüssigkeiten unter einander zu vergleichen, sondern auch eine allgemein gültige, feste Norm aufzustellen, um vergleichbare Zahlen zu gewinnen, die für alle Fälle, zu allen Zeiten und in allen Ländern übereinstimmten.

Wenn es möglich wäre, eine solche unveränderliche Einheit zu finden, so wäre damit ein bedeutender Schritt vorwärts gethan.

Herr Dr. Stammer schlägt zu dieser Normalfarbelösung die sogenannte Ulminlösung vor, die man aus 300 CC. reiner Zuckerlösung von 20 Proc. Bg., 5 CC. reiner Schwefelsäure, welche man erst nach dem Verdünnen mit 20 CC. Wasser zusetzt, und 10 Grammen trocknem kaustischen Natron bereitet, indem man das Gemisch 5 Minuten lang kocht und die ursprünglichen 300 CC. mit ihrem 25fachen Volumen reinen Wassers mischt. Die Farbe dieser zu allen Bestimmungen dienenden Normallösung muss jedoch jedesmal noch durch das Normalfarbeglas bei *a* controlirt werden, welches man jedoch beim Beginn der eigentlichen Bestimmungen wieder entfernt.

Die zu messende Flüssigkeit wird dann in das Gefäss *E* gefüllt, von wo aus sie in die Beobachtungsröhre *B* tritt, in welcher man durch einen mittelst Trieb (dessen Griff bei *i*) und Zahnstange zu bewegenden Stempel die Schicht der Flüssigkeit verlängern oder verkürzen kann, bis die Gesichtsfelder beider Röhren die gleiche Farbe zeigen.

Die Beobachtungsröhre kann auch beliebig nach rechts oder nach links gestellt werden, um das Resultat zu controliren, welches man bei ganz genau gleich hellem Hintergrunde erhalten hat.

Nur in den Fällen, wo die Farbe der zu untersuchenden Lösung der der Normallösung nicht so nahe kommt, dass eine richtige Einstellung des Apparates möglich ist, gleicht man diesen Unterschied durch eine Compensationsröhre aus, die mit der zu bestimmenden Lösung gefüllt in das Messrohr *B* eingesteckt wird.

Die grosse Wichtigkeit, die eine möglichst vollständige Entfärbung der Lösung für die Raffinerie hat, führte darauf hin, die Wirkung der Knochenkohle nicht nur durch möglichst feine Körnung derselben, sondern auch durch Anwendung in zwei oder mehreren Filtern zu erhöhen, indem man die im ersten Filter schon ziemlich entfärbte Lösung auf den zweiten Filter übersteigen lässt. Sobald dann die filtrirte Kläre aus dem zweiten Filter etwas gefärbt abläuft, lässt man sie eine neue Schicht Kohle in einem dritten Filter passiren und so fort, wodurch man einestheils stets eine gleichmässig und möglichst entfärbte Zuckerlösung zum Versieden erhält, und andererseits die Kohle so lange als möglich benutzt, welche Zeitdauer sich selbst bis zu 8 Tagen ausdehnen kann.

Man benutzt ganz ähnliche Filter, wie sie schon auf S. 483 bis 487 abgebildet und beschrieben sind. Dabei ist nur noch zu bemer-

ken, dass der Abfluss der Kläre aus den Filtern gewöhnlich über denselben angebracht ist, derart, dass sie nicht leer laufen können, weil dies eine Störung der guten Filtration verursachen würde.

Ueber die Menge der Zuckerlösung, die in den Raffinerien beim Filtriren über Kohle von derselben zurückgehalten wird, stellte ich mehrere Versuche an, aus denen ich folgende Zahlen erhielt.

Menge der angewendeten Kohle auf 100 Theile Kläre. Proc.	Concentration der Kläre. Proc. nach Balling.	Von 100 Theilen Kläre erhalten			Verlust	
		in ursprünglicher Dichte. Proc.	in Süsswasser (reducirt) Proc.	in Summa. Proc..	von 100 Thln. Kläre. Proc.	an Zucker. Proc.
30	55	86,6	4,5	91,1	8,9	4,9
50	23	75	21,5	96,5	3,5	0,775
50	23,27	71	27,5	98,5	1,5	0,3
50	23,2	74,5	22,7	97,2	2,8	0,65
100	23,9	57	40,5	97,5	2,5	0,6

Diese Zahlen bestätigen nur die auch bei der Filtration der Rübensäfte erhaltenen Resultate, dass nämlich der Verlust bei der Filtration durchaus nicht proportional ist der Menge der angewendeten Knochenkohle, sondern allein von dem mehr oder weniger langsamen und vollständigen Absüssen abhängig ist. Es wurde stets um so mehr Zucker erhalten, je mehr Wasser zum Absüssen verwendet wurde, und ich glaube daher rathen zu dürfen, nie weniger als die zweifache Menge der Kohle anzuwenden, das Absüssen aber langsam vor sich gehen zu lassen, was man durch leicht regulirbare Ventile, wie sie die Herren Schäfer und Budenberg liefern, recht gleichmässig und sicher erreichen kann. Da in der Raffinerie das Süsswasser wieder zum Auflösen des Zuckers gebraucht wird, und also streng genommen die Verdampfung desselben nichts kostet, so sollte man das Aussüssen so lange fortsetzen, als mit dem Polarimeter noch Spuren von Zucker in dem Süsswasser nachgewiesen werden können. Diese Anwendung des Polarimeters möchte ich um so mehr empfehlen, als ich mit diesem Instrumente schon vielfach in dem Süsswasser, welches man fortlaufen liess, weil es nicht mehr süss schmeckte, noch erhebliche Mengen Zucker nachgewiesen habe.

Einen anderen als diesen mechanischen Verlust habe ich bei der Filtration nicht constatiren können, da ich nie eine grössere Verminderung des procentischen Zuckergehaltes im Filtrate gefunden habe, als der Wassermenge entspricht, welche die Kohle gewöhnlich enthält. Ein Filter braucht gewöhnlich 50 bis 60 Proc. vom Gewicht der Kohle an Kläre zur Füllung, und diese Menge nahezu ist dann auch nachher wieder durch Wasser zu verdrängen, da aber das Wasser die Zuckerlösung nicht gleichmässig vor sich herdrückt, so sind bedeutendere Wassermengen zum guten Absüssen erforderlich.

Ein wichtiger Umstand bei der Filtration ist die Zeitdauer der Berührung zwischen Kläre und Kohle. Wenn diese zu kurz ist, die Filter also schnell laufen, dann hat die Kohle nicht Zeit genügend zu wirken, und die Kläre fliesst weniger entfärbt ab, als wenn längere Zeit zur Einwirkung gelassen ist. — Die Menge der Filter und die Regulirung ihres Laufes ist daher von grosser Wichtigkeit für den Betrieb einer Raffinerie, aber auch leicht zu berechnen.

Gesetzt, es sollte eine Raffinerie täglich 2500 Brode kochen, die à 30 Pfd. = 75,000 Pfd. Zucker von 96 Proc. Gehalt enthielten, so würden dazu 150,000 Pfd. Kläre à 48 Proc. Bg. nöthig sein. Rechnet man die Arbeitszeit einer Raffinerie zu 15 Stunden, so wären pro Stunde 10,000 Pfd. Kläre zu filtriren und wenn z. B. 5 Filter liefen, so müsste jeder 2000 Pfd. Kläre pro Stunde liefern oder pro Minute (2000 : 60 =) 33,3 Pfd. Lässt man nun ein Gefäss mit engem Halse unter den Hahn des Filters halten und sieht zugleich nach der Uhr, so ist die Regulirung nicht schwer. Dazu empfehlen sich aber ganz besonders Ventile mit einer sehr genauen Stellvorrichtung, wodurch es möglich wird, alle Filter beständig gleich rasch arbeiten zu lassen. Es liesse sich wohl auch die Zeit des Filterlaufens von 15 auf 20 Stunden ausdehnen, in welchem Falle allerdings eine hellere Kläre würde erhalten werden.

Die Filtration wird in den Raffinerien oft in der Art geleitet, dass man erst Raffinadekläre, dann Melis-, Lomps- und Basterkläre über dieselbe Kohle gehen lässt, indem man glaubte, dass die geringeren Producte durch schon benutzte Kohle noch entfärbt würden. Diese scheinbare Oekonomie kann indess sehr unangenehme Folgen haben, da die hellere Kläre des besseren Productes mit der geringeren Sorte, welche nachfolgt, sich mischt und dadurch entweder die bessere Sorte verschlechtert oder einen Theil davon in ein niederes Product überführt, was doch durchaus dem Zwecke des Raffinirens zuwiderläuft.

Zum Beweise dieser Ansicht stellte ich folgenden Versuch an. Ich füllte, um das Vermischen der Lösungen zu erschweren, einen sehr hohen und engen, mit Kohle versehenen Filter mit sehr heller Raffinadekläre von 54 Proc. Bg., und liess, nachdem dieselbe in die Kohle vollkommen eingedrungen war, eine Melasselösung von nur 36 Proc. Bg. Dichte folgen. Nun hätte doch der grösste Theil der farblosen und specifisch schwereren Kläre als solche wieder erhalten werden müssen, wenn keine Vermischung mit der Melasselösung stattgefunden hätte. Ich erhielt aber nur 50 bis 60 Proc. der Raffinadelösung unvermischt wieder, der Rest war mit dem geringeren Producte gemischt. — Da es nun nicht möglich ist, den Betrieb mit einer auch nur annähernden Aufmerksamkeit, wie die Versuche, zu überwachen, so ist klar, dass bei diesem die Verluste noch grösser sein müssen.

Deshalb habe ich diese Art der Arbeit, in sogenannter „Ronde" zu filtriren und zu kochen, gänzlich aufgegeben, und allen Producten der Raffinerie ihre besonderen Filter etc. angewiesen, so dass jeden Tag eine bestimmte Menge Raffinade oder Melis gekocht und zugleich die am Tage zuvor erhaltenen Nachproducte verkocht werden.

Dadurch wurde der Betrieb der Raffinerie ein sehr regelmässiger, die Arbeit eines jeden Tages eine bestimmte und sich stets gleichbleibende, und deshalb auch leichte und billige. An allen Tagen wurden die gleichen Mengen Producte in gleicher Qualität erhalten, so dass die Raffinerie von dieser Zeit an mit grösster Regelmässigkeit (ausser der Melasse) nur ein Product dem Handel übergab, nämlich feinste Raffinade. Dadurch wurde es möglich, die Nachproducte derart einzutheilen, zu classificiren und so zum Einwurfe zu verwenden, dass nothwendiger Weise die Producte stets die gleichen werden mussten. — Diese Organisation, die hier nur angedeutet werden kann, habe ich im Jahre 1860 in der Raffinerie zu Smela durchgeführt und dadurch in Verbindung mit anderen Verbesserungen einen ausserordentlichen Erfolg sowohl in Bezug auf Schönheit des Productes, als auch auf Billigkeit der Production erzielt.

Auch die Beschaffenheit der Kohle ist von grossem Einfluss auf die Qualität des Productes. Es ist bekannt, dass neue Kohle oft nicht gut entfärbt und auch nicht reine Raffinade giebt. Schon Döbereiner erwähnt (Vereinsschrift für Rübenindustrie Bd. 3. pag. 440), dass die neue Kohle noch Salze enthält, die zum Theil in Wasser, zum Theil in Salzsäure löslich sind etc. Dieselben werden natürlich in den Filtern durch die Kläre ausgezogen und verunreinigen so dieselbe. Wäscht

man daher die neue Kohle vor ihrem Gebrauche mehrmals mit siedendem Wasser aus, so werden nicht allein die in Wasser löslichen Salze beseitigt, sondern auch die entfärbende Kraft der Kohle gesteigert, weil die Poren derselben dadurch mehr geöffnet werden. In noch höherem Maasse ist dies aber der Fall, wenn die Kohle mit verdünnter Salzsäure in genügender Menge längere Zeit hindurch behandelt wird. Solche Kohle befindet sich dann in dem porösesten Zustande und zeigt die höchste Wirkung; wie denn auch Muspratt Bd. 1. pag. 795 anführt, dass durch diese Behandlung die Entfärbungskraft der Knochenkohle um 60 Proc. erhöht wird. Schon 1833 hat Döbereiner auf eine derartige höchst rationelle Reinigung der Knochenkohle hingewiesen. Die Bestrebungen, die Salzsäure aus den Raffinerien zu entfernen, sind daher wenigstens unrationell; auch geschieht die Reinigung mittelst Salzsäure schneller, da dann nur 5 bis 6 Waschungen mit heissem Wasser nöthig sind, während ohne Salzsäure selbst 20 Waschungen nicht das gleiche Resultat liefern. Es bleibt ferner zu berücksichtigen, dass das angewandte Wasser selten rein ist und dass die Kohle stets bestrebt ist, aus unreinen Lösungen Stoffe zu absorbiren. Ich rathe daher, nur destillirtes Wasser (von den Retouren) zum Waschen der schon geglühten Kohle zu verwenden, ehe sie in die Filter kommt. — Wir gehen nun über zum

Kochen der Raffinade und des Saftmelis im Vacuo.

Eine vollkommen reine, farblose Zuckerlösung würde beim Eindicken auch vollständig krystallisiren und einen reinen weissen Zucker hinterlassen. Da nun aber selbst die feinste Kläre theils nicht vollkommen rein ist, theils durch die Einwirkung der Hitze leidet, so ist auch die daraus erhaltene Füllmasse nicht rein weiss, und man muss in derselben daher soviel Wasser lassen, dass dieses den grössten Theil der fremden Substanzen in Lösung erhält und beim Abfliessen mit fortnimmt. — Je reiner daher die Kläre, desto weniger Wasser braucht man beim Kochen in der Masse zu lassen, desto schwerer kann man kochen; je unreiner hingegen die Zuckerlösung, desto „leichter“ muss sie gekocht werden.

Da man aber gewöhnlich (oder doch wenigstens in vielen Ländern) an Raffinade die Anforderung einer dichten, in bestimmten Formen krystallisirten, möglichst schweren Masse stellt, so reicht das einfache Eindicken und Krystallisirenlassen in den Formen nicht hin, sondern

man muss im Apparate selbst schon „auf Korn kochen", wobei nur ein sehr kleiner Antheil des Zuckers von der geringen Wassermenge in Lösung erhalten wird. Diesen Punkt richtig zu treffen, erfordert immerhin eine bedeutende praktische Uebung. Zur Erleichterung will ich im Folgenden über die Operation des Kochens einige Winke geben.

Man achte hauptsächlich auf eine gute Luftleere und eine niedrige Temperatur, wodurch man den Sud stets in seiner Gewalt hat. Derselbe muss so bis zur starken Fadenprobe gebracht werden, dass er sich noch nicht gekörnt hat; der Faden muss sehr lang sein und darf nur bei grosser Entfernung der Finger reissen. Je feiner man das Korn wünscht, desto weniger ziehe man jedesmal nach ($^1/_2$ bis 1 Proc. Saftmenge) und desto stärker nehme man die ersten Proben; bei dem dritten Nachziehen muss ein dichtes feines Korn vorhanden sein, so dass die Probe dann wollig, blass wird, dies ist der Wendepunkt, wo das Korn (also hier fein) gebildet ist und anfängt sich zu trennen. Nach dieser Probe richtet sich der Aufschlag des fertigen Brodes, das Wollige in der Probe giebt ihm den feinen sammetartigen Aufschlag; das Blasskochen die reine Milchweisse. Ist dieser Punkt überschritten, was leicht eintritt, so muss man eilig, aber immer gleiche Mengen nachziehen, um ein gleichförmiges Korn zu erzielen. Der frühere Faden ist jetzt verschwunden und ein kleiner Tropfen Syrup zwischen den Krystallen zu sehen; man hat nun das Augenmerk darauf zu richten, dass die Krystalle kräftiger hervortreten, der Syrup sich besser trenne; in dem Maasse, als dies geschieht, kocht man die Masse zugleich schwerer und führt sie so, indem man ihr nicht die Freiheit lässt, stärker zu krystallisiren, ungefähr bei dem zwölften oder fünfzehnten Nachziehen zur letzten Probe. Der Syrup muss vollkommen klar sein, die Krystalle, wenn auch noch so fein und abgerundet, dürfen sich nicht zwischen den Fingern im Wasser zerreiben lassen. Dies giebt eine compacte, schwere Waare. Man braucht nicht zu fürchten, durch öfteres Nachziehen die Krystalle zu vergrössern, zieht man nur nie mehr nach und hält die Proben schwer, so schleifen sich im Gegentheil die Körner an sich selbst und an den inneren Seiten des Vacuums ab und werden gefälliger. Ein Sud Raffinade von kräftigem Einwurfe darf so schwer gekocht werden, dass er in den Anwärmern Blasen zeigt. Sobald nur der Zucker noch vom Rührholze und aus dem Schöpfer abläuft, läuft auch die Raffinade gut. Selbstredend ist so ein jeder Sud für sich fertig und kann allein ausgetragen werden; indessen

vermischt man meist mehrere Sude, damit die Fabrik gleichmässigere Waare liefere.

Wünscht man reine Krystallwaare, so muss man mit einer schwachen Fadenprobe anfangen und die Masse stets blank und klar halten. Die Waare wird dann sehr leicht arbeiten, sehr stark ins Gewicht fallen und fast ganz durchsichtig sein, allein nie den Schluss liefern, den mittelfeines Korn giebt.

Wünscht man ganz poröse, leichte Waare von milchweisser Farbe, die zugleich voluminös ist und wenig wiegt, so kann man dies leicht dadurch erzielen, dass man den Sud zu Anfang stärker treibt, so dass er entweder bei der zweiten Probe schon vollkommen wollig, oder gleich vor dem ersten Nachziehen bis zur feinsten Krystallisation getrieben ist. Man kocht dann in der beschriebenen Weise weiter und giebt ihm eine sehr leichte Probe, widrigenfalls das Auslaufen der Spitzen, das Abfallen der Böden bei der halbfertigen Waare schon sich einstellen würden.

Wünscht man bei Raffinade zwischen den feinen, wolligen, noch flachliegende, länglich-grosse Krystalle, so erhält man diese, wenn man zu Anfang bei mittelstarker Fadenprobe auf einmal ziemlich viel nachzieht, also erst ein grosses Korn zu bilden anfängt, sobald dasselbe jedoch dicht werden will, den Sud stark wollig, blass kocht (ihn tüchtig kneift); dadurch erhält man den feinen, sammetartigen Aufschlag, in dem sich hier und da grosse flachliegende Krystalle zeigen, welche durch diese Behandlung ihre natürliche Form verloren haben und flach geworden sind. Ein ähnliches Resultat erhält man, wenn man den ersten auf starkes Korn gekochten Sud mit dem zweiten von ganz feinem Korn vermischt, und die Waare dann, ohne sie lange in den Anwärmern stehen zu lassen, gleich austragen lässt.

Das Bläuen des Zuckers richtet sich nach der Farbe der Kläre; ist die zur Raffinade bestimmte Kläre ganz hellweiss, so darf man höchstens $^1/_2$ Loth Ultramarin auf 100 Brode zusetzen; indessen hierüber, wie über die Qualität des Kornes, richtet der Geschmack des Publicums.

Weit schwieriger als die feinste Raffinade ist ein guter Saftmelis zu kochen. Man halte dazu den Sud so, dass ungefähr bei dem vierten Nachziehen ein dichtes Korn erscheint, doch darf die Probe durchaus nicht blass gekocht werden, das Korn wird dann wohl fein, klein, aber doch fest und kräftig, so zu sagen, alleinstehend sein. Ist man aber ein wenig zu weit gegangen, so hilft eine höhere Temperatur von

65° R., welche dem Zucker wieder Freiheit giebt, sich zu kräftigen, widrigenfalls die zu rüde Behandlung im Apparate später auf dem Boden bedeutende Verluste veranlassen würde. Ueberhaupt muss man die Ursache von etwaigen Unannehmlichkeiten bei der Bodenarbeit, als: schlechtes Laufen, Einsinken der Brode während des Deckens, Rauhwerden und Auslaufen der Spitzen, Loslassen der Böden, Zusammenschieben in der Trockenstube, blumige Aussenseiten und speckige Innenseiten der Brode, schlechten Schluss, wenn auch nicht ausschliesslich, so doch vor allen Dingen beim Kochen in dem Apparate suchen, wo besonders Anfänger die Sache leicht übertreiben und dem Zucker im Verhältnisse seiner Qualität zu viel zumuthen.

Diesen Widerwärtigkeiten kann man indessen leicht dadurch begegnen, dass man den Sud nach der Trennung des Kornes leicht hält, den Faden gänzlich fort kocht und durch öfteres Nachziehen den Syrup vollkommen vom Korne trennt, so dass derselbe hell und tropfbar sich leicht in der Probe davon absondert. Der Zucker muss kurz gekocht sein. Man ziehe circa zwanzig Male nach, beobachte dabei, dass die Zuckermasse im Apparate immer am Fenster herunterlaufe, und koche so lange, bis bei der gehörigen Consistenz die Proben klar und hell vom Syrup geschieden sind. Das Korn muss so fest sein, dass es sich zwischen den Fingern im Wasser nicht zerreiben lässt und man auf der Zunge seine scharfen Kanten fühlt.

Das continuirliche Einströmen des Saftes bei der Kornbildung steht dem periodischen Nachziehen in bestimmten Momenten weit nach und ist daher zu verlassen. Das Korn wird dabei besonders bei geringer Wärme nicht so schön gerundet und gleichförmig, die Trennung desselben von Syrupe liegt nicht so in der Hand des Sieders, und in Folge dessen laufen solche Brode schlechter und decken sich schwieriger aus, wovon ich Beispiele in sonst renommirten Fabriken anführen könnte.

Der Saftmelis von mittlerem kräftigen Korn entspricht in seinem gedrungenen Aufschlage jeder vernünftigen Anforderung. Er arbeitet sich leicht aus, widersteht selbst reiner Wasserdecke, und das fertige Brod verbindet mit äusserer Eleganz die Vortheile der grösstmöglichsten Ausbeute.

Mit dem Kochen im Vacuumapparate steht das Anwärmen in den Rechauffoirs oder Anwärmern (bisher fälschlich Kühler genannt) in zu genauer Verbindung, als dass ich es hier übergehen könnte.

Wird Zucker z. B. bei 50° R. ausgefüllt, so ist er unzusammen-

hängend, er fällt dann (wie bereits oben beim Kochen auf Rohzucker angedeutet) leicht auseinander. Im Allgemeinen lässt sich annehmen, dass mit höherer Temperatur der Zucker an Festigkeit gewinnt.

Das Anwärmen hat den Zweck, durch die erhöhte Temperatur einen Theil des schon krystallisirten Zuckers wieder aufzulösen, und dadurch, dass derselbe nachher beim Erkalten in den Formen zwischen den im Apparate gebildeten Körnern krystallisirt, wächst die ganze Masse so innig zusammen, dass die Brode Festigkeit erhalten. Es ist aber auch einleuchtend, dass dies leicht zu weit getrieben werden kann, denn, wenn im Verhältniss zur Probe zu viel Zucker im Syrup wieder aufgelöst ist, so wird derselbe nachher nur in wenigen grossen Körnern anschiessen, also die ganze Arbeit verändern, und daraus folgt, dass die Temperatur in den Anwärmern im genauen Verhältnisse zu der Kochmethode stehen muss. Wenn der Zucker wie vorstehend gekocht ist, so habe ich eine Temperatur von 68° R. stets als die zweckmässigste gefunden. Geht man darüber hinaus, so verlieren die Brode an Schluss und bekommen rauhe Böden; deshalb darf man dies nur in dem Falle thun, wenn der Sud mit zu schwerer Probe aus dem Vacuum gelaufen ist; durch 1° bis 2° R. höhere Temperatur wird dann so viel aufgelöst, dass die gehörige Krystallbildung eintritt und dadurch dasselbe erzielt wird, was man sonst durch Zuthun von Wasser bezweckt, was bei einem geschickten Sieder nie vorkommen sollte!

In einigen Fabriken Frankreichs und Süddeutschlands, wo man den Zucker auf lange Proben kocht und in den Rechauffoirs auf die widersinnigste Art durch Schlagen maltraitirt, erwärmt man ihn auf 72° R., um von den zu feinen Körnern so viel wieder aufzulösen, dass der Zucker Freiheit bekommt, kräftiger zu krystallisiren. Man begeht also einen Fehler, um ihn nachher wieder gut machen zu müssen.

Im Anwärmer bekommt das Korn Freiheit in grösserer Masse sich auszubilden und eben daher ist es nothwendig, die Temperatur in demselben streng zu überwachen, sowohl um dem Zucker etwas mehr Festigkeit zu geben, als auch zu verhüten, dass dadurch der ganze Process der Kornbildung alterirt werde. Der Anwärmer ist meiner Ansicht nach nur ein untergeordnetes Hülfsmittel, dessen man sich nur mit Vorsicht bedienen darf, und das im Nothfalle sogar gänzlich zu entbehren ist, da ich durch höhere Temperatur, also durch Anwärmen im Vacuo und rasches Ausfüllen dasselbe Resultat erzielt habe. Jedenfalls behält hierbei die Raffinade eine weit hellere Farbe.

In einigen Ländern, wo sehr harte Waare gefordert wird, wie

z. B. in England und Russland, ist man genöthigt, die Füllmasse bis 72°, ja bis 90° R. anzuwärmen. Dabei ist natürlich eine dieser Temperatur entsprechende, starke Probe erforderlich; d. h. man muss so wenig Wasser in der Masse lassen, dass selbst bei dieser Temperatur, wo doch die Löslichkeit für Zucker so bedeutend erhöht ist, das Wasser nicht im Stande ist, mehr Krystalle aufzulösen, als zum Zusammenkitten der ganzen Masse bei der Abkühlung nöthig sind. Solcher Zucker zeigt dann einen glasigen, sehr glatten Bruch, löst sich sehr schwer in Wasser und ist bedeutend compacter als der bei niedrigen Temperaturen ausgefüllte.

In den Anwärmern wird dann der Zucker gerührt, damit die Masse während des Ausschöpfens möglichst gleichförmig bleibe und sich nicht feste Stücken (sogenannter „Pfannenzucker") bilden, die sich im Brode nicht würden ausdecken lassen. Der erstere Zweck wird aber besonders bei dick gekochter Masse nur sehr unvollkommen erreicht und die zuerst ausgefüllten Formen sind gewöhnlich mit einer dünneren Masse gefüllt, also leichter, als die zuletzt gefüllten, bei denen die Masse schon dicker geworden ist *).

Die Formen (jetzt wohl allgemein aus Eisenblech gefertigt und gut lackirt) werden zur vollständigen Reinigung durch Dämpfen oder Liegen in warmem Wasser erst von den anhaftenden harten Zuckertheilchen befreit und dann gewaschen.

Dies Letztere geschieht am besten mittelst einer Maschine, welche in Fig. 149 abgebildet ist und die beste Empfehlung verdient.

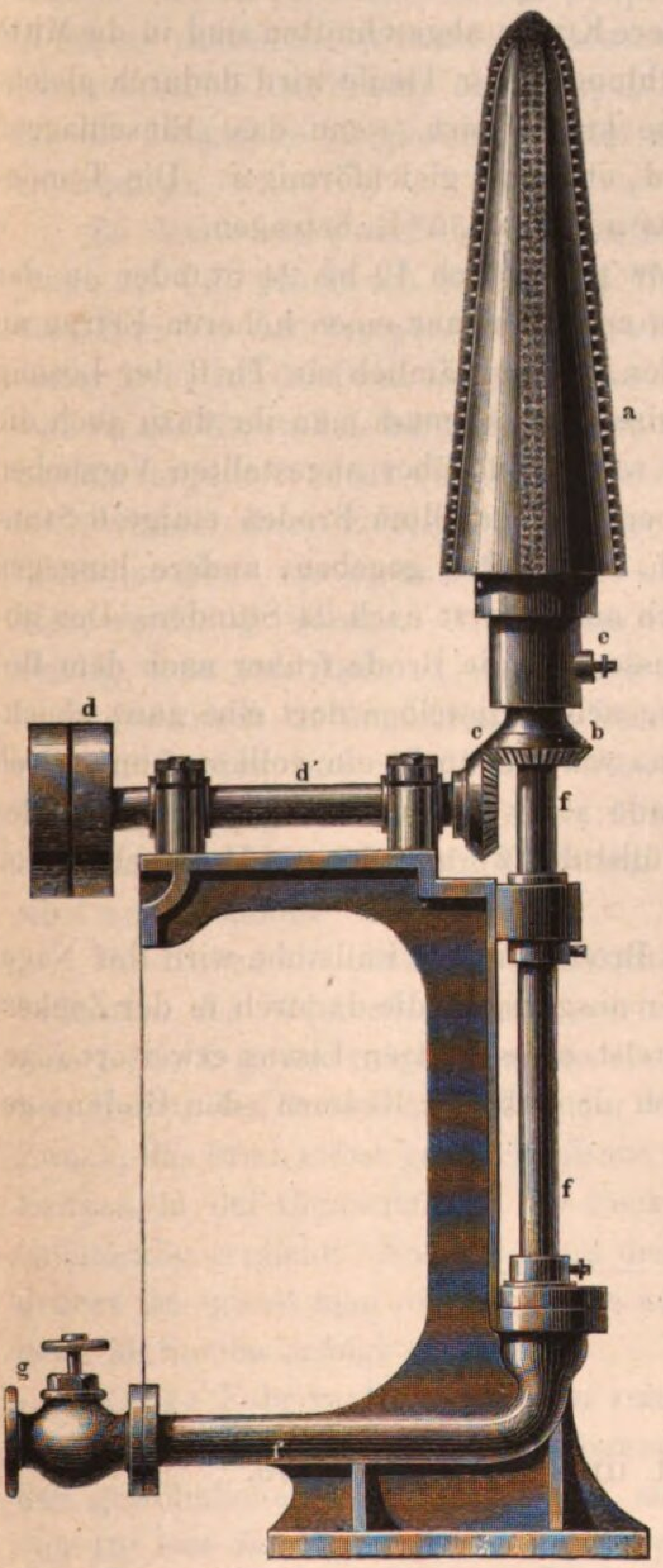
Ein mit Bürsten besetzter Conus *a* wird durch die Getriebe *b* und *c* in rasche Drehung versetzt, indem die Riemscheibe *d* die Bewegung von einer Maschine oder Welle aufnimmt und überträgt. Der Conus steht bei *e* wasserdicht mit einem Rohr *f* in Verbindung, durch welches Wasser in den durchlöcherten Conus *a* dringt, wenn der Arbeiter das Ventil *g* (mit dem Fusse) öffnet. Oben im Conus sind einige Löcher angebracht, durch welche das Wasser ausspritzt.

Der Arbeiter stülpt eine Form über den Conus, dessen Bürsten dieselbe reinigen, während das nach dem Oeffnen des Ventils *g* ausspritzende Wasser die abgebürsteten Unreinigkeiten fortspült. Die

*) Ich erlaube mir hierbei namentlich für Russland zu bemerken, dass ich ein Verfahren ersonnen, wobei nicht nur die Masse gleichmässig in die Formen vertheilt, sondern wobei hauptsächlich die Waare härter wird, wie auch die Löcher an den Broden dabei fast ganz verschwinden. Dieses Verfahren liefert mit Sicherheit die härteste, sich am wenigsten leicht lösende Raffinade.

kleine Oeffnung in der Spitze der Formen wird darauf mittelst eines hölzernen oder verzinnten eisernen Nagels geschlossen, und die Formen sodann mit der Spitze nach unten in einer Stellage in mehreren Reihen aufgestellt und mit der Zuckermasse aus dem Anwärmer gefüllt.

Fig. 149.



Das Füllen der Brode geschieht jetzt allgemein mittelst „Becken", und da das Gelingen eine gleichmässige, ziemlich erhöhte Temperatur bedingt, so ist diese Arbeit sehr lästig, sie liesse sich jedoch mit bedeutend weniger Arbeitskraft besser ausführen.

Was den Process der Krystallisation anlangt, so ändern je nach der verschiedenen Temperatur die festwerdenden Theile ihre Richtungen zu einander, ja es verändert sich selbst die Form der Krystalle. So veranlasst z. B. kalte Zugluft ein rasches Erstarren der Masse an der Metallwand der Form, und die Bildung einer harten Rinde von compactem Zucker, während der innere Theil des Brodes regelmässig krystallisirt, da er länger warm bleibt. Dies nennt man das „Erkälten" der Brode. Bei gleichmässiger, niederer Temperatur in der Füllstube kühlen die Brode oben sehr rasch ab und bedecken sich mit einer dicken, harten Krystallkruste. Bei hin-

reichender Wärme dagegen bleibt der obere Theil lange dünnflüssig, da sich die Wärme nicht nur dort am längsten hält, sondern auch die leichteren Theile der Lösung mehr nach oben steigen. — Man hat daher ganz allgemein die Methode adoptirt, dass der krystallisirte feste Rand des Brodes sowie die obere Kruste abgeschnitten und in die Mitte eingeschlagen wird. Die Abkühlung dieser Theile wird dadurch gleichmässiger und die ganze Masse krystallisirt, wenn das „Einschlagen" mehrere Male wiederholt wird, ebenfalls gleichförmiger. Die Temperatur der Füllstube sollte stets ungefähr 30° R. betragen.

Man lässt dann die Brode gewöhnlich 12 bis 24 Stunden in der Füllstube stehen, um schon in erster Instanz einen höheren Ertrag an krystallisirter Waare zu erzielen. Wenn nämlich ein Theil der Lösung noch in den Formen krystallisiren soll, so muss man ihr dazu auch die nöthige Zeit lassen. Bei den von mir darüber angestellten Versuchen wurden von den aus demselben Sude gefüllten Broden einige 6 Stunden nach dem Ausfüllen nach dem Boden gegeben, andere hingegen erst nach 12 Stunden und noch andere erst nach 24 Stunden. Der ablaufende Syrup war um so heisser, als die Brode früher nach dem Boden gegeben wurden, und ungeachtet dieselben dort eine ganz gleichmässige Behandlung erfuhren, war dennoch ein vollkommen gleich grosses Stück fertiger Raffinade stets schwerer im Verhältnisse des längeren Verbleibens in der Füllstube, woraus sich ein Unterschied von 2 Proc. und mehr ergab.

Nach dem Verweilen des Brodes in der Füllstube wird der Nagel aus der Spitze der Form wieder ausgezogen, die dadurch in der Zuckermasse gebildete Oeffnung mittelst eines spitzen Eisens erweitert („gestochen"), und die Brode nach den oberen Räumen, den Böden, geschafft.

Bodenarbeit und Trockenstube.

Unter dem Namen „Bodenarbeit" begreift man alle jene Manipulationen, welche auf den Böden mit der in Formen gefüllten Masse vorgenommen werden. Zunächst werden die aus der Füllstube kommen-

den Brode reihenweise auf die aus durchlöcherten Brettern errichteten Gestelle gestellt, unter denen Rinnen angebracht sind, welche den freiwillig ablaufenden, sogenannten „grünen“ Syrup in bestimmte Behälter führen. Ist derselbe bis auf den „Kopf“ abgelaufen, und will man zum „Decken“ schreiten, so schneidet man die niemals schön krystallisirte obere Schicht des Brodes etwa 1½ Zoll tief aus, entweder um Platz für die Deckkläre zu gewinnen, oder das Material zur „Wasserdecke“ zu erhalten.

Zu letzterem Zwecke wird nämlich der ausgeschnittene Zucker (circa 1,5 Pfd. pro Brod) mit so viel Wasser angerührt, dass ein Theil desselben bei der Temperatur des Bodens noch ungelöst bleibt, und dieser Brei auf das Brod gegossen, aus dem dann die gesättigte Lösung den an den Krystallen haftenden Syrup verdrängt. Der ausgeschnittene Zucker ist jedoch nicht weiss, und die daraus dargestellte Wasserdecke kann deshalb ihren Zweck, das Brod zu „bleichen“, nicht genügend erfüllen, sondern sie muss selbst erst wieder durch eine farblose Deckkläre verdrängt werden. Aus diesem Grunde ist auch die Ansicht unrichtig, dass man dadurch einen Theil der Arbeit billiger erziele, und es ist jedenfalls zu empfehlen, zur Herstellung der Wasserdecke reinen weissen Zucker und destillirtes Wasser zu verwenden. Gegen die Wasserdecke spricht ferner, dass, falls sie nicht vollständig gesättigt ist, was leicht eintritt, ein Theil des Brodzuckers dadurch aufgelöst wird und „Einläufe“ entstehen.

Um diesen Uebelständen vollständig vorzubeugen, haben viele Fabrikanten die Wasserdecke ganz verbannt, und breiten statt dessen eine Schicht grobkörnigen, weissen Zuckers auf dem glatt geschnittenen Boden des Brodes aus. Der der Wasserdecke ebenfalls beigelegte Zweck, das Brod selbst gegen Staub etc. zu schützen und kleine Schwankungen in der Concentration der Deckkläre auszugleichen, wird damit vollständig erreicht. Nachdem nun diese Zuckerschicht schwach angedrückt ist, giesst man die Deckkläre auf, zu deren Bereitung verschiedene Methoden befolgt werden.

Einige Fabrikanten lassen in reinen kupfernen oder emaillirten Gefässen weissen, in Stücke geschlagenen Zucker in reinem Wasser bei der gewöhnlichen Bodentemperatur auflösen. Bei einer Temperatur von 15° löst das Wasser etwa sein doppeltes Gewicht, und die Lösung wiegt 36° Bé. oder 67 Proc. Bg. Eine so bereitete gesättigte Zuckerlösung, die farblos ist, wenn beide Materialien rein waren, ist ganz geeignet zur Decke, da sie nichts mehr auflösen kann, und hat nur den

Uebelstand, dass sie nicht vollkommen klar ist, was wohl daher rührt, dass das Wasser oder der Zucker stets fremde Beimengungen (organischer und unorganischer Natur) enthalten, die bei dem Lösen nicht entfernt werden.

Diese kalte Bereitung der Deckkläre ist jetzt vielfach durch die bessere Methode der heissen Bereitung ersetzt worden. Man erwärmt mittelst Dampf das Wasser mit dem Zucker, wodurch dieser sich weit rascher löst. Oft wird diese Erwärmung nur bis 68° R. getrieben, bei welcher Temperatur entweder eine coagulirende Substanz, als Blut, Eiweiss, oder eine klärende und entfärbende Beimischung, als Thonerde, phosphorsaurer Kalk oder dergleichen zugesetzt wird. Im ersteren Falle filtrirt man die Flüssigkeit, um sie vollkommen farblos zu machen, über Knochenkohle, im letzteren Falle dagegen nur durch Leinwand, da alle Verunreinigungen von den Niederschlägen zurückgehalten werden. Namentlich ist die Anwendung der Thonerde zu empfehlen.

Andere Fabrikanten erhitzen die Lösung bis zum Kochen. Diese Art der Bereitung ist jedenfalls zweckwidrig, da selbst ganz weisser Zucker durch eine etwas höhere Temperatur stets etwas gelblich gefärbt wird, und zwar um so stärker, je länger die Lösung gekocht wurde.

Ebenso scheint es nicht gleichgültig zu sein, ob der Dampf in Schlangenröhren, Doppelböden oder durch directes Einströmen auf die Flüssigkeit wirkt. Bei letzterer Einrichtung scheint die Lösung weniger gefärbt zu werden, als durch hochgespannte, in Schlangenröhren wirkende Dämpfe, und daher ist es auch wohl am besten, den abgehenden Maschinendampf dazu zu benutzen und wo möglich im luftverdünnten Raume bei niedriger Temperatur, vielleicht 50° R., zu lösen und zu klären.

Die Filtration der Deckkläre über feingekörnte Knochenkohle macht dieselbe geeignet, ihren Zweck besser zu erfüllen, und ist daher fast überall im Gebrauch, nur darf man nicht vergessen, dass die Kohle auch Zucker zurückhält, die Kosten daher nicht unbedeutend sind.

Die Kläre muss sodann auf die geeignete Bodentemperatur abgekühlt werden. Da dies in den Gefässen allein 2 bis 3 Tage erfordert, so wendet man jetzt fast allgemein Kühlschlangen an, durch welche die aus dem Filter tretende Kläre läuft, wobei sie von dem dieselbe umspülenden kalten Wasser so weit abgekühlt wird, dass sie gleich verwendet werden kann. Diese einfache Vorrichtung ist um so mehr zu empfehlen, da die Kläre sonst bei längerem Stehen in Räumen, deren

Luft oft mit unreinen Dünsten geschwängert ist, leicht gelblich wird. Der durch die rasche Abkühlung ermöglichte baldige Verbrauch der Deckkläre schützt daher vor mancherlei Uebelständen.

Die fertige Deckkläre muss eine bei der betreffenden Bodentemperatur vollständig gesättigte Lösung sein, da sie sonst noch einen Theil des Zuckers aus dem Brode auflösen und dadurch die Dichte des Krystallgefüges beeinträchtigen würde. Da nun die Lösungsfähigkeit des Wassers für Zucker bei verschiedenen Temperaturen ungleich ist, so füge ich hier eine Tabelle bei.

Bei einer Temperatur der Lösung von		liegt der Sättigungspunkt der Lösung bei	
25° Réaumur	=	36° Beaumé	gemessen bei diesen Temperaturen.
30° „	=	35,7° „	
35° „	=	35,4° „	
40° „	=	35,1° „	
45° „	=	34,8° „	
50° „	=	34,5° „	
55° „	=	34,2° „	
60° „	=	33,9° „	
65° „	=	33,7° „	
70° „	=	33,5° „	
75° „	=	33,3° „	
80° „	=	33,1° „	

Der Vorgang beim „Decken“ oder „Bleichen“ ist ein rein mechanischer. Die aufgegossene Deckkläre sickert vermöge ihrer Schwere nach unten und drängt dabei den zwischen den Krystallen hängen gebliebenen Syrup vor sich her. Ist das Krystallgefüge des Brodes feiner und dichter, so erfolgt dies Durchsickern langsamer, da die Flüssigkeit wegen der engeren und zahlreicheren Zwischenräume zwischen den Krystallen einen grösseren Widerstand zu überwinden hat. Je lockerer und gröber dagegen das Gefüge ist, um so leichter und schneller wird das Decken beendet. Ist der Syrup verdrängt, so sickert auch die Deckkläre soweit hinab, bis der hydrostatische Druck nicht mehr gross genug ist, den durch die Capillarität des Krystallgefüges erzeugten Widerstand zu überwinden, und es bleibt zuletzt je nach der Dichtigkeit dieses Gefüges ein grösserer oder kleinerer feuchter „Kopf“ zurück, der dann durch „Nutschen“ (s. weiter unten) entfernt wird.

Wenn nun auch die Weisse des Deckzuckers Bedingung der Weisse der Raffinade ist, so kann man doch nicht erwarten, durch grössere Mengen Deckkläre ein Brod weisser machen zu können. Dies ist ganz entschieden ein Irrthum, denn hat die Deckkläre die Mutterlauge zwischen den Krystallen verdrängt, so ist eine weitere Wirkung unmöglich, eine weitere Anwendung daher nutzlos, denn die grössere oder geringere Weisse feinerer Raffinade gegen ordinären Melis (selbst bei Anwendung gleicher Deckkläre) rührt von der relativen Reinheit derjenigen Mutterlauge her, die in den Krystallen eingeschlossen und daher durch Deckkläre nicht zu entfernen ist. Bei der Bildung eines jeden Krystalles wird nämlich zwischen den Schichten desselben ein geringer Theil der Mutterlauge eingeschlossen, und zwar um so weniger, je kleiner der Krystall ist. Dies ist auch der Grund, weshalb fein krystallisirter Zucker leichter rein darzustellen ist als grob krystallisirter, und ebenso dürfte auch Baudrimont's Beobachtung, nach der fein krystallisirter Zucker höher polarisirt, hierin seine Erklärung finden (siehe das Kapitel über Candiskrystallisation). Dass grosse Krystalle viel Mutterlauge einschliessen, wird recht klar, wenn wir die Fabrikation des Candis betrachten. Weisser Candis ist nur aus einer vollkommen farblosen Lösung zu erhalten, während man durch Zugabe einer Farbe zur Lösung vor der Krystallisation leicht beliebig gefärbte Krystalle erzielen kann. Dies ist nur dadurch möglich, dass ein Theil der Mutterlauge eingeschlossen wird, da die eigentliche Substanz des Krystalles nicht dadurch gefärbt wird.

Die zu vollständigem „Nettwerden" des Brodes erforderliche Menge Deckkläre, welche in mehreren Portionen aufgegeben wird, ist nach der Art desselben verschieden. Ein Brod feiner Raffinade erfordert ungefähr 7 bis 8 Pfd. Deckkläre (= 5 Pfd. Zucker), während ordinäre Waare weit mehr davon verlangt, da sich der Syrup und die Deckkläre an ihren Berührungsstellen stets mehr oder weniger mischen, in Folge dessen die letztere weniger wirkt. Man sagt: „die Deckkläre zieht" (den Syrup in die Höhe). — Aus diesem Grunde ist es auch zweckmässiger, dass man vor dem Decken das Brod erst „zu Kopf kommen", d. h. den Syrup freiwillig möglichst weit ablaufen lässt. Thut man dies nicht, so verbraucht man, wie angestellte Versuche ergaben, ein viel grösseres Quantum Deckkläre ohne die Zeit des Deckens abzukürzen.

Welches die beste Methode sei, die Deckkläre auf das Brod zu geben, darüber herrschen, so einfach die Sache auch ist, verschiedene Ansichten. Das Einfachste dürfte immer sein, mit der gesättigten

Zuckerlösung ohne Weiteres den leeren Raum über dem Brode zu füllen, dann das Ganze ruhig sich selbst zu überlassen, und nur, wenn einmal die obere Kruste zu hart (glasig) geworden ist, selbige auf dem Brode ein wenig zu lockern, um der Kläre wieder Gelegenheit zum Durchsickern zu bieten. Daraus aber eine Regel zu machen, die Decke jedesmal aufzureissen und mit der Kläre zu mischen, erfordert nicht nur viel Arbeit, sondern giebt Veranlassung zu Unreinlichkeiten, da das Durchrühren sehr selten ohne Ueberspritzen, also Verlust, abgeht, und könnte nur dann einen Zweck haben, wenn die Deckkläre nicht eine gesättigte Zuckerlösung wäre, und durch das Zusammenrühren mit dem Deckzucker auf dem Brode selbst erst zu einer solchen gebracht werden müsste. Dasselbe gilt auch von dem Abhacken oder Abkratzen dieses Zuckers auf einem Kasten, um ihn dann in einem besonderen Gefässe mit der flüssigen Deckkläre zusammen zu rühren, und von Neuem aufzugiessen. Es ist dies dieselbe Manipulation, nur etwas reinlicher ausgeführt, und vertheuert nur die Arbeit.

Eine andere Methode ist von Galland vorgeschlagen worden, welcher empfiehlt, die erforderliche Menge Deckkläre in Flaschen mit engem Halse zu füllen und diese dann auf das Brod umzustürzen. Es fliesst dann nur so viel Deckkläre heraus, bis dieselbe die Oeffnung des Flaschenhalses verschliesst, da der äussere Luftdruck ein weiteres Ausfliessen verhindert. Sinkt nun das Niveau der Deckkläre auf dem Brode, so dringt ein Luftbläschen ein, welches einem entsprechenden Quantum Deckkläre wieder auszufliessen gestattet, so dass hierdurch eine continuirliche Deckung ermöglicht ist, wodurch Zeit erspart wird. Indessen erfordern die Flaschen Anlagecapital, Reparatur, fast ebenso viel Arbeit und sind bei ordinärer Waare nicht anwendbar, da die Brode dadurch leicht glasig werden oder „ersaufen“, während an Deckkläre nichts erspart wird.

Die bei und nach dieser Arbeit des Deckens ablaufenden Syrupe werden „Decksyrupe“ genannt, sie werden zu demselben Producte wieder verkocht, von welchem sie gewonnen wurden, d. h. von Raffinade zu Raffinade, von Melis zu Melis etc. Ihre Menge ist proportional der Menge der verwendeten Deckkläre.

Die Operation des „Nettmachens“ ist indessen erst dann als beendigt anzusehen, wenn das Brod bis in die Spitze rein weiss (und bei feiner Raffinade auch durchsichtig) ist. Man hackt oder kratzt deshalb den Deckzucker von den Broden ab (was man das „Planotiren“ nennt) und

lässt dieselben noch 3 bis 5 Tage auf den Stellagen stehen, damit der feuchte „Kopf“ möglichst klein werde, worauf man die Brode auf die „Nutsche“ bringt.

Fig. 150 zeigt einen solchen „Nutschapparat“ oder „Saugapparat“, wie ihn Krauschütz empfohlen hat. Die weite horizontale Röhre *E* steht durch das Rohr *A* mit einer Luftpumpe in Verbindung, deren Wirkung das Barometer *B* anzeigt. Die kleinen Hähne *a* dienen dazu, den luftverdünnten Raum in *E* mit den darauf gesetzten Formen (1 bis 9), die in die mit Kautschukpackung versehenen Trichter luftdicht einpassen, nach Belieben in oder ausser Verbindung zu setzen. Die äussere atmosphärische Luft drückt dann durch die Poren des Zuckers auf die Flüssigkeit im Brode, und treibt sie in das Rohr *E*, aus dem man dieselbe durch den Hahn *d* ablässt, wenn ihr am Glasrohre *c* sichtbarer Stand zu hoch geworden ist. Der Hahn *b* dient zum Einlassen von Dampf, um die Röhren etc. von Zuckerincrustationen zu reinigen.

Anstatt das Rohr *E* so weit (10 bis 11 Zoll) zu nehmen, dass es als Reservoir für den abfliessenden Syrup dient, kann man auch ein nur 2 bis 3 Zoll weites Rohr anwenden, und den Syrup durch das Rohr *d* continuirlich in ein geschlossenes Reservoir fliessen lassen, in welchem dieselbe Luftverdünnung wie im horizontalen Rohre herrscht. Ebenso kann man von dem auf dem Boden stehenden Nutschapparate die Röhre *d* so weit hinabreichen lassen, dass sie ein Barometerrohr bildet, welches unten in den Syrupbehälter taucht, und durch das der Syrup abfliesst, während die Luftpumpe durch das Rohr *A* wirkt.

Die durch das Nutschen gewonnenen Syrupe heissen „Nachlauf“ und können wieder zum Decken verwandt werden, da sie vollkommen weiss sind. Ihre Menge beträgt circa 1,1 Pfd. pro Brod Raffinade.

Die Wirkung des Nutschapparates ist jedoch keine vollständige, da die Luftverdünnung in der Spitze des Brodes am stärksten wirkt, während sie je nach der Dichtigkeit des Krystallgefüges 3 bis 6 Zoll höher die Deckkläre nur sehr unvollkommen entfernt. Es werden deshalb die Brode, nachdem sie je nach der Festigkeit des Zuckers 3 bis 12 Stunden auf dem Apparate gestanden und ihre Feuchtigkeit scheinbar verloren haben, durch einige leichte Stösse in den Formen gelockert und dann „gelöscht“, d. h. aus den Formen genommen und mit noch übergestülpter Form auf ihre breite Basis gestellt, bis sich die Feuchtigkeit aus der Spitze gleichmässig „verzogen“ hat (das Umkehren).

Anstatt diese Menge Syrup oder Feuchtigkeit durch Luftdruck auf dem „Nutschapparate“ zu entfernen, war es lange Zeit gebräuchlich,

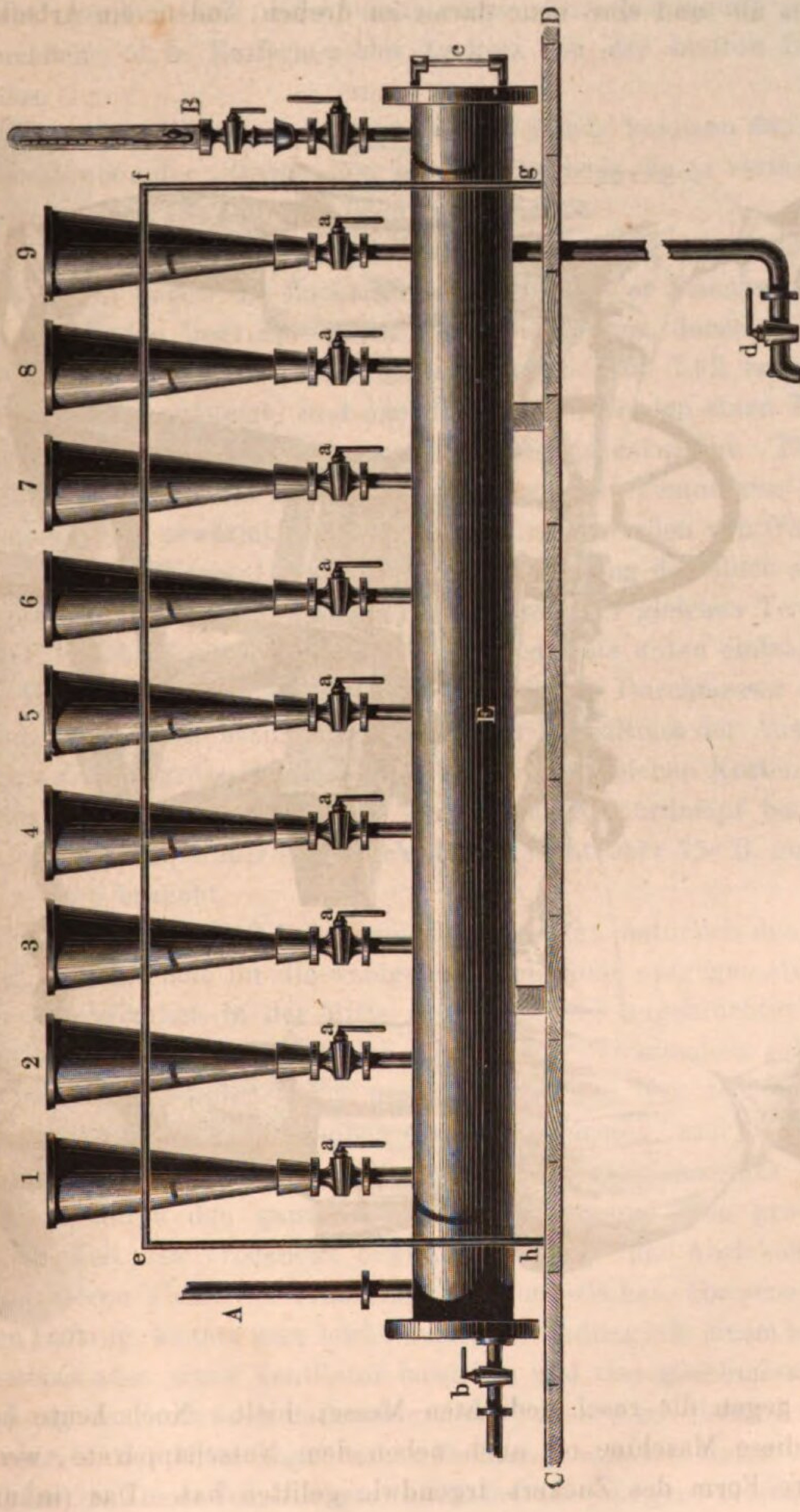
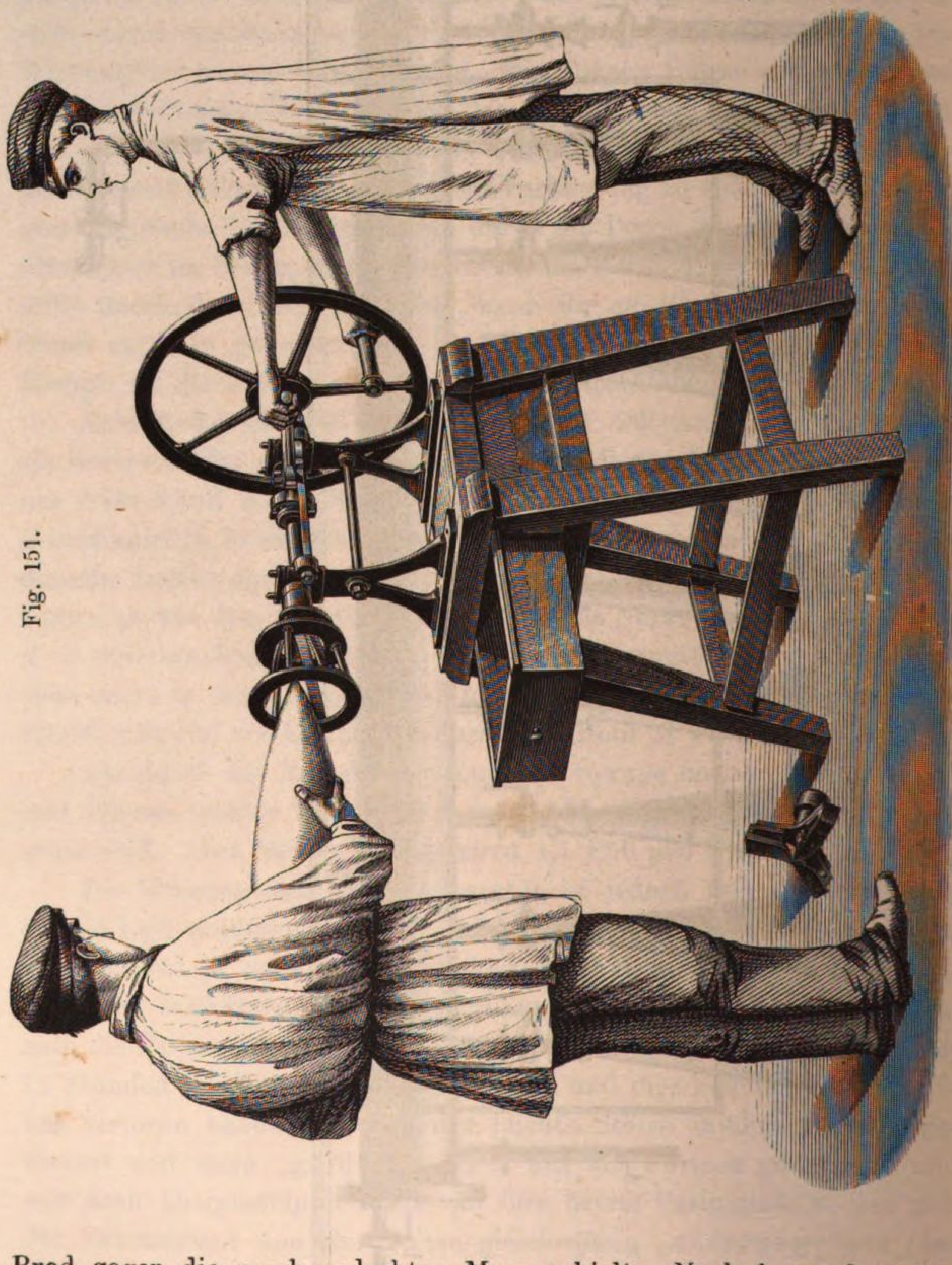


Fig. 150.

mittelst der in Fig. 151 abgebildeten Maschine die nasse Spitze des Brodes ab- und eine neue daran zu drehen, indem ein Arbeiter das

Fig. 151.



Brod gegen die rasch gedrehten Messer hielt. Noch heute benutzt man diese Maschine oft auch neben dem Nutschapparate, wenn die äussere Form des Zuckers irgendwie gelitten hat. Das (in unserer

Zeichnung) auf dem Boden liegende Messer kann an dieselbe Welle geschraubt werden und dient dann zum „Zurechtbringen“ oder „Bodenmachen“, d. h. Entfernen des Zuckers von der breiten Basis des Brodes.

Die so weit gebleichten und genutschten Brode kommen dann in die Trockenstube, die „Stove“, um hier die noch in ihnen vertheilte Feuchtigkeit (circa $1^1/_4$ Pfd. pro Brod) zu verlieren.

Die Trockenstuben sind gewöhnlich enge, mehr oder weniger hohe Räume, in denen die Zuckerhüte auf Holz- oder Eisengestellen stehen. Am Boden liegt eine Reihe Dampfheizröhren, durch welche die fortwährend unterhalb derselben eintretende kalte Luft erwärmt wird, welche dann aufsteigt, und nachdem sie den Broden einen Theil Feuchtigkeit entzogen hat, oben aus einer Oeffnung entweicht. Theils indem die warme Luft die Brode bis zu einem ihrer Temperatur entsprechenden Grade erwärmt, theils durch das Latentwerden von Wärme bei Aufnahme von Wasserdampf findet eine Abkühlung derselben statt, so dass erst zu Ende des Trocknens die Luft mit der gleichen Temperatur (und Feuchtigkeitsgehalte) entweicht, womit sie unten eintrat.

Die Dampfheizröhren sollten nun einen kleinen Durchmesser oder länglichen Querschnitt besitzen, da dann das Verhältniss der Aussenfläche zum Inhalt grösser, die Anlage daher bei gleichen Kosten viel wirksamer wäre. Auch sollte zum Heizen nur Retourdampf benutzt werden, da die Temperatur der Trockenstube nicht über 75° R. gesteigert zu werden braucht.

Da die erwärmte Luft bei ihrem Emporsteigen natürlich denjenigen Weg, auf welchem ihr die wenigsten Hindernisse entgegen stehen, nach dem gewöhnlich in der Mitte der Stovedecke angebrachten Abzugscanal einschlägt, ohne auf allen Punkten zur Wirksamkeit gelangt zu sein, so schlägt Péclet (Bd. 2. pag. 1460) vor, den Weg der warmen Luft umzukehren, sie nämlich oben eintreten zu lassen, und sie unten abzuziehen. Dadurch solle sich die warme Luft gleichmässiger beim Niedergange durch den ganzen Raum verbreiten und eine grössere Regelmässigkeit des Trocknens bewirken. — Den zum Abziehen der Luft am unteren Theile der Trockenstube erforderlichen, übrigens sehr geringen Luftzug, könnte man leicht durch Verbindung mit einem hohen Schornsteine oder einen Ventilator bewirken und eine gleichmässigere Verbreitung der Luft noch dadurch erzielen, dass man dieselbe nicht durch eine in der Mitte angebrachte Oeffnung, sondern unter einem durchlöcherten Fussboden abzöge. Auch bei der jetzigen, einmal ein-

gebürgerten Einrichtung mit aufsteigender Luft ist es viel rationeller, statt des einen Abzuges in der Mitte der Decke mehrere Abzüge, besonders an den Wänden und Ecken anzubringen, da an diesen Stellen die Luft viel weniger rasch aufsteigt.

Ein grosser Uebelstand bei den jetzigen Stoven ist ferner ihre oft beträchtliche Höhe. Die von unten eintretende warme Luft sättigt sich in den unteren Schichten der Brode fast ganz mit Feuchtigkeit, und kann daher aus den oberen Schichten nur noch wenig davon aufnehmen, weshalb die oben in den Stoven stehenden Brode längere Zeit zum Trocknen bedürfen, als die unteren.

Um mich von der Grösse dieser Differenz des Feuchtigkeitsgehaltes der Luft zu überzeugen, stellte ich in einer Stove von 2500 Broden in den Monaten December und Januar mit dem Saussure'schen Hygrometer Beobachtungen an, deren Resultate in beistehender Tabelle enthalten sind, in welcher mit „unten" die zweitunterste Brodenschicht gemeint ist.

Datum.	Hygrometer-Anzeige.		Temperatur.		Datum.	Hygrometer-Anzeige.		Temperatur.	
	Unten.	Oben.	Unten.	Oben.		Unten.	Oben.	Unten	Oben.
22	60	70	38	39	12	60	65	38	39
23	60	65	39	41	13	50	55	39	40
24	55	60	40	41,5	14	45	48	40	41
25	50	53	41	42	15	40	43	41	42
26	45	48	42	43	16	39	41	42	42,5
27	40	43	43	44	17	38	39	43	43,5
28	37	39	44	44,75	18	37	38	44	44,5
29	36	37	45	45,5	19	36	36,5	45	45,5
30	35	36	44	44,5	20	35	35,6	46	46,2
31	34	34,5	44	44,25	21	34	34,3	47	47,2
1	33	33,5	44	44,2	22	34	34,2	46	46
2	33	33	44	44	23	34	34,1	46	46

Man ersieht daraus, dass in den ersten Tagen die Anzeigen des Hygrometers oben und unten um 5 Grad differirten, und dass erst, nachdem diese Differenz auf Null herabgesunken war, der Process des Trocknens als beendigt angesehen werden konnte. Da die einströmende

Luft im Winter viel weniger Feuchtigkeit enthält als im Sommer, so geht auch bei gleicher Temperatur der Stove in ersterer Jahreszeit das Trocknen viel rascher vor sich.

Wenn schon der Verbrauch von Wärme durch Erniedrigen und Verbreitern der Stoven grösser wird, so ist diese Veränderung dennoch sehr zu empfehlen, da die Brode auf diese Weise rascher und gleichmässiger trocknen, was von grosser Wichtigkeit ist. Diese grössere Menge warmer Luft lässt sich ohne besonderen Aufwand von Brennstoff sehr leicht gewinnen, indem man in den Rauchcanal, der die Verbrennungsproducte von dem Dampfkessel in den Schornstein führt, gusseiserne Röhren einsetzt, durch welche man die betreffende Luft hindurchstreichen lässt, welche dadurch leicht bis 40 oder 45° erwärmt und durch einen einfachen Blechschlot leicht ihrem Bestimmungsorte, der Trockenstube, zugeführt würde. Der Zug im Schornsteine würde durch das Anbringen der Röhren nur sehr wenig geschwächt werden; die ganze Anlage würde bei weiten weniger Kosten verursachen, als die der bisherigen Dampfheizung, und die jetzt zum Heizen verbrauchten Retourmaschinendämpfe könnten dann zum Klären, Kochen etc. verwendet werden.

Die Austrocknungsfähigkeit der Luft und dadurch ihren Effect könnte man noch bedeutend erhöhen, wenn man die in ihr vorhandenen Wasserdünste wenigstens theilweise entzöge, indem man sie vor dem Erwärmen recht langsam über grosse Flächen von frisch gebranntem Kalk oder Chlorcalcium streichen liesse. Sind dann diese Substanzen durch Wasseraufnahme unwirksam geworden, so könnte man den Kalk durch Brennen, das Chlorcalcium durch Erhitzen in eisernen Pfannen leicht wieder wirksam machen. Solche Einrichtungen sind in England schon seit lange zum Trocknen der Cigarren in Gebrauch. 100 Theile Chlorcalcium sollen 124 Theile Wasser zu absorbiren im Stande sein (Dumond, G. Fitzgerald).

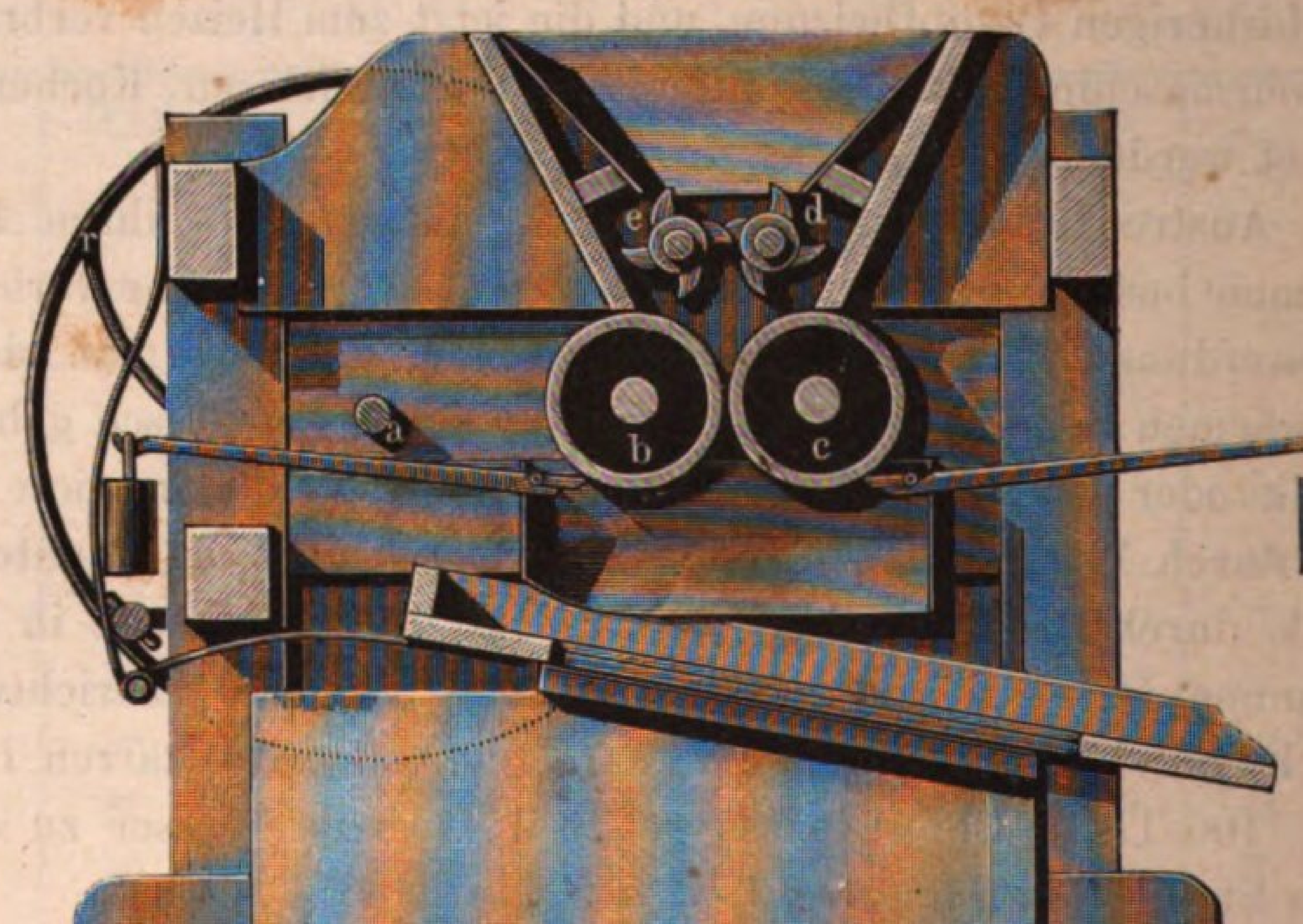
Ein rascheres Trocknen hat man auch dadurch zu erreichen gesucht, dass man mit Hülfe von Ventilatoren mehr Luft durch die Stoven bewegt. Man treibt dabei die Luft entweder am Boden oder an der Decke hinein, oder saugt die Luft oben oder unten ab. Da die Luft nach der Erwärmung ein viel grösseres Volumen einnimmt als vorher, so musste im letzteren Falle der Ventilator ein um diesen Betrag grösseres Volumen Luft bewältigen, und ausserdem konnte der Abzug nur von einer Stelle bewerkstelligt werden, wodurch wieder die oben erwähnten Uebelstände eintraten. In gut eingerichteten Stoven habe

ich keinen besonderen Erfolg hiervon wahrnehmen können, und es ist dies auch sehr erklärlich, da die Luft wegen ihrer Geschwindigkeit nicht mit Feuchtigkeit gesättigt austritt; auch ist die Feuchtigkeit der Zuckerhüte keine so oberflächliche, dass sie rasch entfernt werden könnte.

Nachdem die Brode 8 bis 12 Tage in der Stove gestanden und vollkommen trocken (klingend) geworden sind, werden sie, nach allmähligem Abkühlen, in Papier geschlagen und geschnürt, worauf sie als fertige Waare dem Handel übergeben werden.

Die bei dem Raffiniren des Zuckers fallenden Nachproducte (Bastern), sowie die schlecht ausgefallenen Brode werden in manchen Fabriken, anstatt sie umzukochen, durch Zerquetschen in ein krümliches Pulver verwandelt, welches als „Farin“ in den Handel kommt. Man bedient sich meist dazu der Fesca'schen Farinmühle (Fig. 152 und Fig. 153).

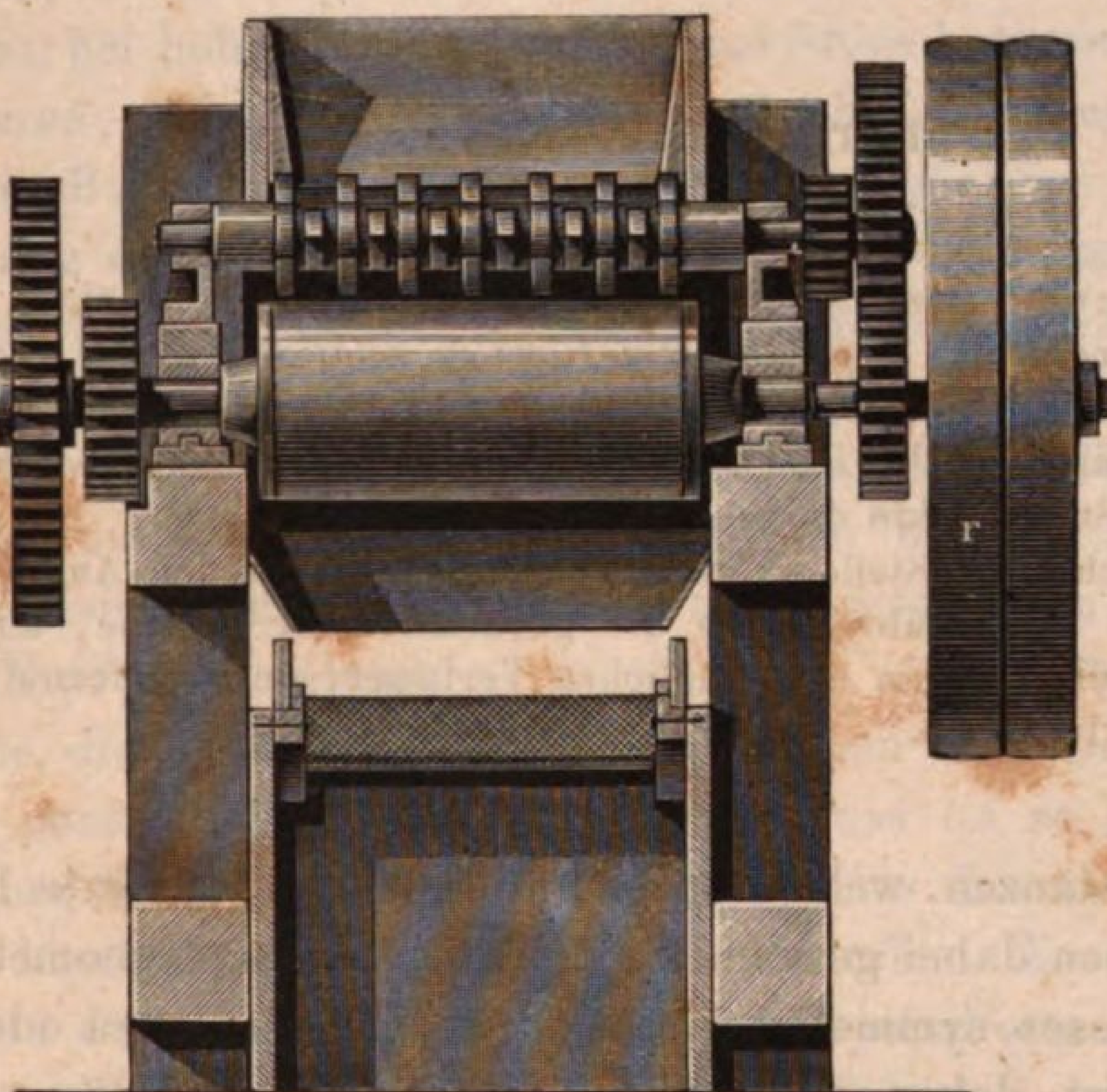
Fig. 152.



Die in den Rumpf geworfenen Zuckerstücke werden von den mit Zähnen besetzten Wellen *d* und *e* zerbröckelt und gegen die glatten Walzen *b* und *c* gedrückt, welche die Masse völlig zerkleinern. Die zermahlene Masse fällt auf ein schräges Sieb, welches durch einen von der Maschine selbst bewegten, in Fig. 152 sichtbaren Mechanismus in rüttelnder Bewegung erhalten wird, und von welchem die nicht voll-

ständig zerdrückten Theile vorn abrollen. In Fig. 153 ist der Siebkasten fortgelassen. Die Riemenscheibe *r* überträgt die Bewegung

Fig. 153.



mittelst des auf ihrer Axe *a* angebrachten Zahnvorgeleges auf die Axe der Walze *b*, und diese in gleicher Weise auf die Walze *c* und die Welle *d*, und *d* wieder auf die Welle *e*.

Ueber Candis-Krystallisation.

Anmerkung. Diese Arbeit ist eine freie Uebersetzung einer die Krystallisation betreffenden und den „*Investigations in relation to cane sugar, made in obedience to an act of congress Washington* 1847. *Report. pag.* 97“ entnommenen Abhandlung, welche ich mir erlaubte theilweise umzuarbeiten, und somit dem jetzigen Standpunkte dieses Industriezweiges anzupassen. Ich bemerke nur, dass da, wo schwache Stellen vorkommen, ich gern für den Autor der Abänderungen gelten will, während ich die geehrten Leser ersuche, alles Treffliche darin dem verdienstvollen ursprünglichen Verfasser, dem Professor Herrn MacCulloch, zu vindiciren.

1. Substanzen, welche aus der flüssigen in die feste Form übergehen, nehmen dabei gewöhnlich eine regelmässige geometrische Bildung an; dieses symmetrische Ansetzen der Theilchen oder die Krystallisation ist daher nicht das Ergebniss des Zufalles, sondern die nothwendige Folge gewisser bestimmter Kräfte, die mit ausserordentlicher Regelmässigkeit wirken und auf der Natur der Substanzen beruhen. Die allgemeinen Gesetze, denen die Stoffe unterthan, und die Umstände, welche ihre Wirkungen modificiren, sind gewichtige Thatsachen, deren Kenntniss für die theoretische Wissenschaft von Wichtigkeit ist und deren praktische Anwendung in vielen Branchen der Industrie erfolgreiche Resultate lieferte. Eine nähere Bekanntschaft mit den Krystallisationsgesetzen ist besonders für den Zuckerfabrikanten von so hohem Werthe, dass ich dies Werk ganz für den geeigneten Ort halte, einige jener Hauptdaten darin anzuführen, welche praktische Erfahrung und chemische Wissenschaft festgestellt haben (vollkommener aufgezeichnet sind sie in Berzelius und Dumas [*Traité de Chimie, appliq. aux. Arts.* u. s. w.] zu finden). Möchten sie dazu dienen, den praktischen Fabrikanten zu überzeugen, dass dabei kein Ungefähr, kein blinder Zufall walte, sondern dass Alles nach ewig unwandelbaren Gesetzen vor sich geht, und dass mit der Erkenntniss derselben auch die Sicherheit des praktischen Erfolges verbunden ist.

Je langsamer und ruhiger die Krystallisation vor sich geht, desto grösser und vollkommener werden die Krystalle, je rascher im Gegen-

theile es geschieht, desto kleiner, verwirrter und undeutlicher werden sie sein, wie schon in einem früheren Artikel: „Ueber das Kochen des Zuckers im Vacuo" angedeutet. Daher wird eine grosskörnige Candis-Krystallisation erzielt, indem man dem schwach eingedickten Syrup erlaubt, bei hoher Temperatur in einer Stove langsam und ruhig zu krystallisiren, während feinkörniger Hutzucker das Resultat nicht nur heftigerer Bewegungen allein, sondern hauptsächlich einer starken Eindickung und in Folge dessen rascheren Erstarrung ist.

An fremdartigen Substanzen, besonders von poröser Natur, schiessen aus einer krystallisationsfähigen Lösung die Krystalle am leichtesten an. Hierauf beruht die Verwendung von rauhen Fäden in den Candispotten, und ähnlicherweise benutzt man bei der Fabrikation von blauem Vitriol und anderen Salzen rauhe Stöcke, an denen sich das Salz in Krystallen ansetzt.

Krystalle, die schon gebildet sind, üben einen noch energischeren Einfluss als poröse Körper aus, und ihr Einfluss ist so gross, dass z. B. aus einer Lösung von zwei Salzen entweder das eine oder das andere Salz krystallisirt erhalten wird, je nach dem Einsenken eines Krystalles von demjenigen Salze, welches in Krystallform ausgeschieden werden soll. Wenn man z. B. 2 Theile Salpeter und 3 Theile Glaubersalz in 5 Theilen warmen Wassers löst und diese Lösung in zwei Flaschen vertheilt, so werden, wenn ein Krystall Salpeter und ein Krystall Glaubersalz in die beiden Flaschen gehängt werden, in der einen Flasche (während der Inhalt langsam erkaltet) nur Salpeterkrystalle und in der anderen nur Glaubersalzkrystalle angeschossen sein.

Krystalle von grösserer Gestalt und unveränderter Form werden durch Eintauchen in eine gesättigte Lösung erzielt; ja die grossen Krystalle werden sogar auf Kosten der kleineren in derselben Lösung wachsen, wenn sie Temperaturveränderungen erleiden. Von diesem wissenschaftlichen Satze kann man mitunter beim „Kochen auf Rohzucker" Gebrauch machen, wenn nämlich die grossen Krystalle mit kleinen untermischt erscheinen in Folge noch ungeübten Gebrauches des Apparates. Man kann dann bei höherer Temperatur (circa 60° R.) die ganze Masse im Vacuo still stehen lassen, um nach einer halben Stunde wieder anzufangen und durch Kochen die grössere Krystallisation mit mehr Vorsicht zu Ende zu führen. Bei höheren Temperaturgraden wird die Lösung concentrirter, indem ein Theil der Krystalle sich wieder auflöst. Bei der Abkühlung jedoch schiesst diese kry-

stallisationsfähige Masse hauptsächlich an die grossen Krystalle an, so dass nach einiger Zeit die kleinen Krystalle gänzlich verschwunden sind.

In Lösungen, die ruhig krystallisiren können, findet die Krystallisation hauptsächlich am Boden und nicht gleichmässig durch die ganze Flüssigkeit statt. Die Ursache davon ist, dass die ausgeschiedenen festen Krystalle den Theil der Flüssigkeit, aus welcher sie entstanden, specifisch leichter machen als den Rest der Lösung, und dass dieser demzufolge nach oben steigt, während der specifisch schwerere noch gesättigte Theil sich senkt. Dieser setzt wieder einige feste Bestandtheile in Form von Krystallen ab und steigt dann erleichtert auf wie der frühere. Von diesem Vorgange kann man sich leicht überzeugen, wenn man durch eine in Glasgefässen krystallisirende Lösung hindurchsieht, wo nicht nur eine aufwärts steigende Bewegung, sondern sogar bestimmte Strömungen, die besonders von grossen Krystallen ausgehen, unverkennbar wahrzunehmen sind. Daher kommt es denn, dass der Candis unten in weit stärkeren Stangen krystallisirt als oben, dass der Boden weit dicker ist als die Seitenwände oben.

Alle Krystalle, die sich in wässerigen Lösungen bilden, schliessen etwas von dieser Lösung mechanisch zwischen ihren Theilchen ein. Enthält nun die Lösung andere Substanzen, so werden eben diese die Ursache der mehr oder weniger unreinen Krystalle sein. Daher lässt sich auch gefärbter Candis erzielen, indem man der Lösung Farbstoff beimischt, der dann bei der Krystallisation mit eingeschlossen wird und so den gewünschten Effect hervorbringt.

Aus diesem Grunde ist es auch möglich, derartige Substanzen durch wiederholte Krystallisation zu reinigen, indem sie aus der Lösung doch immer nur einen kleinen Theil aufnehmen und so aufgelöst und wieder krystallisirt reiner werden, indem der grösste Theil der Unreinigkeiten in der rückständigen Lösung, der Mutterlauge, bleibt.

Es folgt daraus, dass grosse Krystalle verhältnissmässig mehr Mutterlauge enthalten, und dass der Zucker (ebenso wie Salpeter, Alaun) in um so reinerer Form erzielt wird, in je kleineren Krystallen man ihn anschiessen lässt. Demnach müsste feinkörnige Raffinade reiner sein als grobkörniger, wenn auch weisser Candis. Baudrimont führt zur Constatirung dieser Daten wenigstens an, S. 86, dass Zucker desselben Füllens, über offenem Feuer gekocht und deshalb nach alter Art in der Form gerührt, um ihn feinkörniger zu machen,

in diesem Falle 27,5° rechts polarisirte; während er in einigen Formen, die nicht gerührt wurden und deshalb gröber krystallisirten, nur 26° rechts polarisirte.

Viele Krystalle verbinden sich bei ihrer Abscheidung aus einer Flüssigkeit mit einer gewissen Menge derselben, welche in diesem Falle ebenfalls mit in den festen Zustand übergeht. Aus Wasser krystallisirt nehmen sie Wasser auf, und diesen chemisch gebundenen Theil nennt man „Krystallisationswasser".

2. Diese oben erwähnten Kräfte, welche die Partikeln der Stoffe veranlassen, sich nur nach gewissen bestimmten Richtungen anzuziehen und in geometrischen Formen zu arrangiren, werden mit dem Namen „Cohäsionskräfte" bezeichnet; sie wirken der Gewalt der Hitze entgegen. Unter gewissen Umständen, wie z. B. beim Metall, wirkt die Hitze direct einen flüssigen Zustand hervorzubringen; unter anderen, wie z. B. bei wässerigen Lösungen, ist sie indirect Ursache des Flüssigwerdens von löslichen Stoffen. Dass dem so ist, wird evident, wenn wir bedenken, dass Wasser bei 0° R. fest wird und 80 W.-E. latenter Wärme abgiebt.

Wenn feste Stoffe in Wasser aufgelöst sind, so erfolgt, der gegenseitigen Anziehung zufolge, das Verdampfen des Lösungswassers weniger leicht, als das von reinem Wasser. Die Lösungen kochen daher bei um so höheren Temperaturen, je grösser die Verwandtschaft des Wassers zur gelösten Substanz ist. Wenn dieser Affinität vollständig genügt ist, so wird der Kochpunkt stationär sein, wenn sie aber mit der Temperatur wächst, so wird der Kochpunkt auch dem proportional wachsen. So kocht eine vollkommen gesättigte Lösung von gewöhnlichem Salz bei 87° R. und von Salpeter bei 93° R., während wässerige Lösungen von Zucker u. s. w. in demselben Verhältnisse bei stets gesteigerter Temperatur kochen, als sie concentrirter werden.

3. Wärme verstärkt die auflösende Kraft des Wassers für die meisten löslichen Substanzen. Wenn man daher eine gesättigte heisse Lösung abkühlt, so setzen sich gewöhnlich Krystalle ab in Folge des Ueberschusses der in heissem Wasser gelöst gewesenen Stoffe, die nun bei niederer Temperatur von derselben Menge Wasser nicht mehr zurückgehalten werden können. Wenn ferner aus einer schwachen Lösung so viel Wasser durch Verdampfung entfernt wird, bis sie gesättigt ist, so werden beim Abkühlen Krystalle anschiessen in Folge des Verlustes von derjenigen Menge Wasser, welche nöthig gewesen wäre,

sie in Lösung zu erhalten. Die Verdampfung und Krystallisation von Zuckersäften giebt ein lebhaftes Beispiel dieser Erscheinung, in deren richtigen Ausführung in der That die Kunst des Candiskochens besteht.

Die Krystallisationsfähigkeit von reinen und unreinen Lösungen ist eine verschiedene. In schmutzigen und trüben Lösungen, deren Unreinigkeiten mechanisch sind, gestalten sich die Krystalle mitunter grösser und in Form verschieden von jenen, die sich aus klaren Lösungen bilden. Die mechanischen Unreinigkeiten werden zugleich theilweise (wie oben bemerkt) in den Krystallen mit eingeschlossen. Pasteur giebt an, dass bei vielen Stoffen die Krystalle aus reinen Lösungen mehr in die Breite krystallisiren, aus unreinen hingegen mehr in die Länge. Baudrimont behauptet, dass während Zucker aus einer wässerigen Lösung in Rhomboëdern krystallisire, er aus einer spirituösen in ganz anderen Formen anschiesse.

Die hier angeführten allgemeinen Daten, zusammen mit der Kenntniss von der Löslichkeit des Zuckers in Wasser bei verschiedenen vorgeschrittenen Temperaturen, werden ausreichen, die Krystallisation des Zuckers überhaupt zu erklären und hinsichtlich der darauf bezüglichen Operationen das zweckmässigste Verfahren erkennen zu lassen.

4. In den meisten Büchern wird gewöhnlich angegeben, dass Zucker in $^1/_3$ seines Gewichtes kalten Wassers und in jedem Verhältniss in heissem Wasser löslich sei. Dies dürfte (wie im *Senat. doc. Nr.* 165, 2. *Session*, 28. *Congress* nachzuweisen versucht wurde) nicht ganz richtig sein; wenn nämlich unter heissem Wasser „siedendes" bei einer Temperatur von 80° R. gemeint sein soll, wie man wohl obige Worte leicht verstehen könnte. Wird Salz*) und Wasser bei verschiedenen Wärmegraden gemischt, um eine gesättigte Lösung darzustellen, so wird man finden, dass Wasser eine grössere Quantität Salz löst, wenn die Temperatur sich 115,5° R. nähert, bei welchem Punkte die Lösung den höchsten Grad der Sättigung erreicht hat und kocht. Alle weitere Hitze dient nur noch dazu, Wasser zu verdampfen und das Salz, welches damit vereinigt war, in fester Form zu hinterlassen. Ein von diesem sehr verschiedenes Resultat wird erzielt, wenn eine Zucker-

*) Da Kochsalz in kaltem wie in heissem Wasser fast gleich löslich ist, so weiss ich nicht, welches Salz hier gemeint ist. Anm. d. Uebers.

lösung erhitzt wird, die z. B. 66 Proc. Zucker enthält. Diese Lösung erreicht ihren Kochpunkt bei 85,5° R., bei welcher Temperatur die Affinität des Wassers zum Zucker so zugenommen hat, dass letzterer, anstatt sich in dem Verhältniss in fester Form abzuscheiden, als das verdampfende Wasser gelöst hielt, nur um so fester von dem unverdampften zurückgehalten wird. Die Lösung wird daher concentrirter und der Kochpunkt ein höherer. Weitere Eindickung hat eine noch grössere Anziehungskraft und einen anderen Kochpunkt bei wiederum höherer Temperatur zur Folge, in welchem fortwährenden Weiterschreiten keine bestimmte Grenze oder kein sogenannter Sättigungspunkt stattfindet, so dass, wenn bis 105,7° R. fort verdampft wird, der Syrup so zähe und klebrig wird, dass bei einem Erkalten die Zuckertheilchen sich nicht mehr in Krystallform ausscheiden können und die ganze Masse einen durchsichtigen amorphen Zustand annimmt.

In diesem Zustande kommt er bei den Zuckerbäckern unter dem Namen Bonbon *(candi)* vor. Von dieser Masse, die so bei 105,7° R. fest wird, ist indessen nicht alles Lösungswasser verdampft, denn sie besteht aus 10 Proc. Wasser und 90 Proc. Zucker *). Um diesen letzten Rest Wasser fortzutreiben, muss man Temperaturen anwenden, bei denen die Zersetzung des Zuckers selbst eintritt.

Dass die Zuckertheilchen bei 105,7° R. nur dadurch vom Krystallisiren abgehalten werden, dass die Klebrigkeit und Zähigkeit der Lösung zu stark ist, und in Folge dessen die Bewegung der einzelnen Partikelchen verhindert wird, ist leicht zu beweisen durch die eigenthümliche Veränderung, welche noch nachher in der inneren Structur dieser Bonbons stattfindet. Gleich nach der Anfertigung sind sie nämlich schön durchsichtig und klar, nach einiger Zeit aber werden sie blind und matt. Diese Veränderung erscheint unter dem Mikroskope betrachtet als die Folge einer beginnenden Krystallisation, die von aussen nach innen fortschreitet. Dieser Vorgang ist, nach Dumas, durch einen Verlust an latenter (gebundener) Wärme zu erklären, obgleich M. Culloch sich der Ansicht zuzuneigen scheint, dass die langsame Verdampfung noch einen Theil Wassers diese Veränderung hervorbringt. Was aber immer die Ursache sein mag, die Thatsache ist unleugbar und allgemein bekannt. Man hat versucht, diese Klarheit

*) Dutrone's Tabelle §. 7 giebt bei Zucker von 105,7° R. das Mengenverhältniss von 95,2 Proc. Zucker und 4,8 Proc. Wasser an. Anm. d. Uebers.

und Duchsichtigkeit durch eine Zugabe von Essig oder Citronensaft (der während des Kochens einen Theil Krystallzucker in unkrystallisirbaren verwandelt) zu erhalten, was auch eine Zeit lang dem Zwecke entsprechen soll.

5. Wenn man das Eindicken, anstatt es bis 105,7° R. fortzusetzen, bei 90,2° R. unterbricht, so schiesst ein grosser Theil des Zuckers während der Abkühlung in abgesonderten Körnern an. Bei dieser Temperatur enthält die Masse auf 100 Theile Zucker 19 Theile Wasser. Beim Abkühlen wird dies Wasser ungefähr das Doppelte, also hier 38 Theile Zucker zurückhalten und damit eine gesättigte Lösung bilden (die wir Syrup nennen), während die übrigen 62 Theile Zucker in Krystallform sich ausscheiden, von denen der Syrup leicht zu trennen ist (siehe Dutrone's Tabelle §. 7). In der Kunst, dies Resultat vollständig zu erzielen, besteht zum grossen Theil die Kunst des Zuckerkochens.

6. Beim Candiskochen wird gewöhnlich das Thermometer zur Bestimmung der letzten Probe benutzt, während andererseits mehr Gewicht gelegt wird auf jene gewissen Zeichen und Erscheinungen, die „Proben", die man nur nach längerer praktischer Uebung gehörig erkennen kann. Viele verdammen das Thermometer, weil es erstens die Veränderungen der Flüssigkeit nicht mit genügender Schnelligkeit anzeige, und zweitens, weil die Zuckerlösung von verschiedener Reinheit auch verschiedene Temperaturen beanspruche.

Was für Gewicht auch immer diese Einreden bei einem Praktiker haben könnten, so verlieren sie doch sicher allen Grund, wenn vom Thermometer nur als einer Beihülfe zur Probe die Rede ist. Es ist dann immerhin ein leichtes Mittel, die Annäherung derselben anzudeuten und ist daher selbst bei unreinen Lösungen nicht ganz unnütz, während es bei reinen Zuckerlösungen den Punkt ganz genau anzeigen würde. Der Einwurf einer zu geringen Empfindlichkeit ist in der That von wenig Belang bei einem Instrumente, das in jeder gewünschten Empfindlichkeit angefertigt werden kann. Der Gebrauch des Thermometers ist daher beim Candiskochen sowohl im Vacuo, als auch nachher in der Pfanne sehr empfehlenswerth, indem es nebst der Beihülfe zur Bestimmung der Probe als ein wichtiges Mittel zu betrachten ist, um von dem Eindicken schon concentrirter Lösungen sichere Kenntnisse zu erlangen, die zu vergleichenden Resultaten sich

eignen. Es dürfte daher dem praktischen Fabrikanten die Aufzeichnung der Temperaturen stets anzurathen sein.

7. Dutrone (Verfasser eines der ältesten Werke über Zuckerfabrikation) stellte schon im Jahre 1790 durch Experimentalversuche eine Tabelle zusammen, die bei jedem Temperaturgrade den entsprechenden Concentrationsgrad anzeigt, und die nicht unwesentlich dazu beitragen dürfte, diese Sache zu beleuchten. Als Grundlage dieser Versuche löste er 100 Pfd. Zucker in 60 Pfd. Wasser, nach der Annahme, dass bei 22° R. (81,5° F.) 3 Theile Wasser und 5 Theile Zucker eine gesättigte Lösung geben.

Temperaturgrade nach		Procent Wasser		Procent Zucker	
Fahrenheit.	Réaumur.	verdampft.	bleibt in Lösung.	krystallisirt.	bildet Syrup.
219	83,11	0	100	0	100
221	84,00	8	92	8	92
223	84,88	19,3	80,7	19,25	80,75
225	85,77	30	70	30	70
228	87,11	40,7	59,3	41	59
230	88,00	52	48	52	48
232	88,88	56,3	43,7	56	44
235	90,22	60,3	39,7	60,3	39,7
237	91,11	63,4	36,6	63,25	36,75
239	92,00	65,4	34,6	66,2	33,8
241	92,88	69,9	30,1	69,15	30,85
243	93,77	72,1	27,9	72,05	27,95
246	95,11	75	25	75	25
248	96,00	77,45	22,55	77,45	22,45
250	96,88	81,5	18,5	80,3	19,7
252	97,77	83,5	16,5	83,2	16,8
255	99,11	85	15	85	15
257	100,00	87	13	87,25	12,75
259	100,88	88,5	11,5	88,4	11,6
261	101,77	90,1	9,9	90,05	9,95
264	103,11	92	8	91,25	8,75
266	104,00	92,9	7,1	92,45	7,55
268	104,88	94,1	5,9	94,1	5,9
270	105,77	95,3	4,7	95,2	4,8
273	107,11	97,35	2,65	97	3
275	108,00	98,2	1,8	98,1	1,9
277	108,88	99,15	0,85	99,1	0,9
280	110,22	100	0	100	0

Die dritte und fünfte Colonne dieser Tabelle sollten eigentlich identisch sein, ebenso wie die vierte und sechste. Die kleinen Differenzen, die dabei vorkommen, entspringen aus kleinen Fehlern beim Beobachten des praktischen Experimentes, während sie zugleich den besten Beweis liefern für die Sorgfalt, mit der Dutrone die Versuche anstellte.

8. Für offene Pfannen, in denen ja auch der Candis fertig gekocht wird, ist noch kein anderes Instrument als das Thermometer zur Bestimmung der letzten Probe ermittelt. Dieses und die schon oben erwähnten praktischen Kennzeichen des Fachmanns: „die Proben," bleiben mithin das einzige Erkennungszeichen für die geeignete Zeit des Ausfüllens, indem alle Einsenkungsinstrumente, die sich für dünnflüssigere Lösungen wohl eignen, bei diesen Concentrationsgraden nicht mehr zu benutzen sind. Die praktischen „Proben" haben nun aber als die verlässlichsten Zeichen mehr oder weniger Werth, je nachdem sie mit mehr oder weniger Sachkenntniss gehandhabt werden; je nachdem der Manipulant mehr oder weniger praktische Erfahrung und den richtigen Blick hat.

9. Diese „Proben" lassen sich im Allgemeinen vielleicht folgendermaassen classificiren beim Kochen *(cuite, concentration)*:

a. die Fingerproben *(proof by the touch)* sind, glaube ich, mit wenig Modificationen bei den Zuckerfabrikanten der alten und neuen Welt bekannt. Im *Dictionnaire de l'Industrie*, *Paris* 1841, sind sie in ihrem Fortschreiten angegeben, wie folgt:

1) die Tropfen trennen sich, der auf dem Daumen ist der grössere;
2) dieselben sind beinahe oben und unten gleich und trennen sich nicht, ehe die Finger nicht weiter geöffnet werden;
3) bei grösserer Trennung der Finger zieht sich ein Faden, der unten reisst;
4) dasselbe geschieht bei noch grösserer Entfernung, wobei sich der Faden in die Höhe zieht;
5) der Faden reisst nur bei sehr grosser Entfernung, zieht sich drehend in die Höhe, ohne sich mit dem Tropfen oben zu vereinigen;
6) der Faden reisst nicht mehr.

In Amerika giebt man gewöhnlich die unter 5 bezeichnete Probe, welche einer Temperatur von 90,66° R. entspricht (236° F.). Die Franzosen haben noch verschiedene technische Ausdrücke für diese Proben, als z. B. *au perlé (at the pearl)*, bis zur Probe (Tropfen); *à la plume (at the feather)*, bis zur Feder; *faire le fil (make the thread)*, den Faden ziehen; *le fil se rompt (the thread breaks)*, der Faden reisst; *preuve à la dent (proof by the teeth)*, Zahnprobe; *preuve à l'eau (proof by water)*, Probe in Wasser; *preuve au boule (proof by a ball)*, Probe, ob sich die Kugel formt u. s. w.

b. Die Probe mit dem Kupferlöffel. In Amerika wird sie allge-

mein so gebraucht, dass man den Löffel eintaucht und aus dem langsamen Ablaufen oder Abtropfen der ihn bedeckenden Zuckerlösung den Concentrationsgrad erkennt. Das Erscheinen einer feinen Körnung in der herabfallenden Flüssigkeit ist der höchste Grad. Etwas geringere Concentration lässt jedoch die Kläre auch noch im Zusammenhange herunterfallen, was man in Frankreich *faire la toile*, in Amerika *to make the sheet* nennt, ganz schwach eingedickte Kläre fällt in Tropfen herab *(faire la goutte, to make the drop)*.

c. Die Blasprobe *(preuve au soufflé)* wird mittelst eines durchlöcherten Löffels (dem „Pustspahn"), nachdem er eingetaucht und abgeklopft wurde, um den Schaum zu entfernen, so genommen, dass man, entfernt von Dämpfen, darauf bläst, so dass sich aus jedem Loche Blasen in Kugelform von ungefähr $^1/_2$ Zoll Durchmesser bilden. Je geringer die Concentration, desto kleiner und vereinzelter sind die Blasen; je stärker die Probe, desto grösser und zusammenhängender müssen sie sein.

Für diese Proben hat man im Deutschen die Ausdrücke, „ein Splint" (wenn fast noch keine Blase sich bildet, sondern einzelne Tropfen fortfliegen), „die Kette" (wenn eine Reihe zusammenhängender Blasen sich bildet) u. s. w. Die höchste Probe ist, wenn die Blasen gegen trockne kalte Gegenstände geblasen, an diesen festhaften, ohne zu zerplatzen.

10. Dumas in seinem *Traité de Chimie, appliq. aux arts* giebt zwei Tabellen, aus denen das Verhältniss von Zucker und Wasser bei verschiedenen Proben erhellen soll. Bei der Schwierigkeit einer solchen Aufgabe, wo die individuelle Ansicht die Probe so oder so bestimmt, ist es klar, dass die Resultate nicht gleichförmig sein können. Ja, so lange schon die Benennung der Proben weitere Grenzen zulässt, als eine Untersuchung vorherbedingt, haben solche Tabellen auch wenig Werth für die Praxis, und können höchstens als nur einigermaassen annähernd betrachtet werden.

Zucker.	Wasser.	Benennung der Probe.		
95,75 %	4,25 %	*grand cassé*	starker Bruch	(Probe zu Bonbon etc.)
92,67	7,32	*petit cassé*	schwacher Bruch	
91	9	*grand soufflé*	starke Blasprobe,	
89	11	*petit soufflé*	schwache Blasprobe,	
88	12	*crochet fort*	starker Haken (starke Fadenprobe),	
87	13	*crochet léger*	schwacher Haken (leichte Fadenprobe).	

11. Im Vacuo steht die Temperatur nicht immer mit dem Concentrationspunkte im genauen Verhältniss. Das Thermometer wird selten über 62° R. steigen. Bei dieser Temperatur löst das Wasser ungefähr das Vierfache seines Gewichtes Zucker. Die Flüssigkeit wird daher so lange verdampfen, bis dieses Verhältniss eingetreten, wo unter den gegebenen Bedingungen die Lösung gesättigt ist. Jede weitere Concentration kann dann nur dazu dienen, den Zucker in Krystallform auszuscheiden, wie es beim Kochen der Raffinade, des Melis und Rohzuckers ja stets geschieht oder wenigstens stets geschehen sollte, indem auf „Korn gekocht“ wird (siehe S. 560 u. folg.). Hieraus erklärt sich auch theoretisch das Rationelle dieser Kochmethode, wobei die grösstmöglichste Menge Krystallzucker ausgeschieden werden kann.

Beim Candiskochen hingegen kann natürlich nur von einem Eindicken im Vacuo die Rede sein, das, wie wir weiter unten sehen werden, nur bis zu einem gewissen Grade, nämlich nicht ganz bis zum Sättigungspunkte der Lösung gehen darf, wo der Concentrationsgrad selbstredend noch mit den Angaben des Thermometers im innigen Zusammenhange steht.

Wenn nämlich die Luftleere im Apparate sehr gut unterhalten wird, so nimmt der Zucker die Temperatur von 64° R. nicht eher an, als bis die Concentration bis zur Sättigung gestiegen ist. Wird die Luftleere hingegen schwächer gehalten, so steigert sich natürlich die Temperatur, bis der Sättigungspunkt der Lösung eintritt, und zwar in demselben Verhältnisse, als die Luftleere mehr oder weniger gut unterhalten wird. Man kann also dadurch bei jedem Temperaturgrade kochen und hat, durch Regulirung des Condensationswassers, die Luftleere beim Vacuo stets in seiner Gewalt. Deshalb wird beim Kochen des Candis im Vacuo das Wasser so regulirt, dass stets nur 16 Zoll

Luftleere unterhalten werden (anstatt 24 Zoll beim Meliskochen u. s. w.), wobei dann die Temperatur mit dem Concentrationsgrade so lange correspondirt, als der Sättigungspunkt nicht eingetreten ist. Da nun der Sud bei diesem Punkte auch abgelassen wird, so ist es klar, dass auch beim Candiskochen im Vacuo die Anzeigen des Thermometers im innigen Zusammenhange mit der „Probe" stehen, die bei 76 bis 78° R. eintritt.

12. Ure giebt die correspondirenden Kochpunkte zu dem verschiedenen Luftdruck im Vacuo folgendermaassen an:

Temperatur.		Luftdruck.		Temperatur.		Luftdruck.	
Fahrenh.	Réaumur.	Hall.	Pariser.	Fahrenh.	Réaumur.	Hall.	Pariser.
120°	39,11°	0,86″	3,096″	150°	52,44°	2,05″	7,065″
125	41,33	1,01	3,593	155	54,00	2,36	7,975
130	43,55	1,17	4 096	160	56,88	2,72	9,007
135	45,77	1,36	4,756	165	59,11	3,10	10,13
140	48,00	1,57	5,413	170	61,33	3,52	11,31
145	50,22	1,80	6,142	175	63,55	4	12,74

13. Die Fabrikation des Candis zeigt auf das Ueberraschendste sowohl die Thatsache einer langsamen, ruhigen und ungestörten Krystallisation, als auch den Einfluss des Wachsens um einen sich darbietenden Kern (*influence of the nucleus*).

Wie schon oben §. 11 bemerkt, wird die Kläre im Vacuo bei 16″ Luftleere, welche durch Regulirung des Condensationswassers constant erhalten wird, angedickt, nachdem zu Anfang rasch gekocht war wie gewöhnlich, bis das Thermometer 76 bis 78° R. zeigt, je nachdem die Waare und Probe gehalten werden soll. — Die Kläre muss möglichst rasch und heiss zum Kochen gelangen und vor allen Dingen Spiegel haben oder „blank" sein; der Druck auf das Barometer wird continuirlich auf 16 bis 18″ gehalten und rasch gekocht, bis das Thermometer im progressiven Steigen den Annäherungspunkt zur Probe anzeigt. Sollte das Thermometer und der Stand der Luftleere dabei nicht zusammenpassen, so muss man sich durch Versuche das Passendste wählen, z. B. wird 18″ Luftleere und 72° R. dasselbe Resultat geben; doch ist's besser, höhere Temperatur anzuwenden.

Die schwache Candisprobe besteht in der Fadenprobe, wo bei mittelmässiger Entfernung der Finger der schwache Faden rasch reisst und ein Häkchen bildet. Sie bestimmt das Ablassen des Sudes aus dem Vacuo in die sogenannte Candispfanne, welche als Wärmpfanne dient und wozu man in Rübenzuckerfabriken selbst eine Vorverdampfpfanne ganz gut benutzen kann.

Besonders Runkelrübenrohzucker liefern ausgezeichnete Candise, da sie gesund, kräftig und alkalisch genug sind, um einen blanken, klaren und durchsichtigen Krystall zu liefern. Der einzige Uebelstand dabei ist, dass Rübencandis ohne künstliche Färbung nicht leicht dunkler als dunkelgelb angefertigt werden kann, da er bei dunkelbrauner Farbe nicht von reinem Geschmacke herzustellen ist; aber die kräftigsten, schönsten Candiskrystalle resultiren aus gesundem Rübenzucker. Bei indischem Rohzucker muss sorgfältiger jede Spur von Säure durch Kalkwasser getilgt werden, und ist dabei die Zugabe von ziemlich viel Blut zu empfehlen, um Härte und Klarheit zu erzielen; im anderen Falle würden die Krystalle blind, und das Ansehen und die Verkäuflichkeit der Waare darunter leiden. Im Kochen beider Zuckersorten ist kein Unterschied, wenn man nur die oben mitgetheilten Daten beherzigt.

Die im Vacuo eingedickte Zuckermasse wird in der Wärmpfanne rasch erhitzt, bis ein empfindliches Thermometer 90 bis 92° R., in Amerika sogar 94,6° R. (245° F.) zeigt. Diese Temperaturen müssen nämlich in jedem Lande für jede Sorte Zucker durch die „Proben" ausgemittelt werden, um die für die Umstände passendsten zu erfahren. In verschiedenen Ländern giebt man, oder darf man vielmehr verschiedene Proben geben. Die bei uns passende Probe ist, wenn das Blasen auf dem „Pustspahn" 3 bis 5 einzelne Blasen giebt, nachdem man entfernt von Dämpfen darauf in die Höhlung geblasen (was die Franzosen *petit soufflé* nennen). Höhere Proben dürften selten oder nur bei sehr dunklen indischen Zuckern anzuwenden sein. Bei der Fingerprobe zeigt sich ein schwacher Faden, der rasch reisst und sich mit einem Häkchen zurückzieht. Diese Erscheinung muss auch beim Abtropfen von den Becken (nach dem Ausfüllen) zu beobachten sein, wenn sie zu diesem Behufe aufgestellt werden, und wurde allgemein von den einst berühmten Candiskochern Hamburgs mit dem etwas derben Ausdrucke: „vor den Hintern schlagen," belegt und streng beobachtet.

Es dürfte hier noch zu erwähnen sein, dass die Proben um so leichter zu halten sind, je reiner die eingedickte Zuckerlösung oder je besser die Waare ist; um so schwerer aber, je ordinärer dieselbe, je mehr sie durch fremde Substanzen verunreinigt ist. Der Grund davon ist einfach der, dass Zuckerlösungen eine um so grössere Krystallisationsfähigkeit besitzen, je reiner sie sind, und dann auch bei geringerer Probe in grossen Krystallen anschiessen.

Das Ausfüllen des Candis muss mit grosser Schnelligkeit, um Abkühlung möglichst zu verhüten, und mit noch grösserer Accuratesse geschehen. Man bedient sich dazu der gewöhnlichen kupfernen Ausfüllbecken, wie beim Melis u. s. w., und werden sie von den Arbeitern wechselseitig getragen bis zur Stove, wo ein geübter Mann, „der Füller,“ die leeren Becken gegen die vollen austauscht, um sie mit der äussersten Vorsicht in einem dünnen Strahle gerade über der Mitte der Candispotten gleichförmig zu leeren, sie dann rasch zurückzuziehen, ohne einen einzelnen Tropfen hineinfallen zu lassen.

Die Candispotten werden stets früher „zugesetzt“, d. h. auf starken beweglichen Planken, die anstatt der Stellage bei Melisstoven dienen, sehr zweckmässig auf drei Holzkeilen so hingestellt, dass sie gerade stehen, jedoch ohne an einander anzustossen. Da nach dem Füllen die vollständigste Ruhe nöthig ist, um schöne Krystalle zu liefern, so ist jedes Anstossen, Eintropfenlassen oder Berühren streng zu vermeiden, da eine theilweis zusammengeballte, verkrüppelte Krystallbildung die Folge davon sein würde. Interessant ist der Umstand, dass, wo einmal aus Versehen angestossen ist, ein kräftiger Stoss gleich hinterher dasselbe wieder gut machen soll.

Das Zugeben von Wasser in die Wärmepfanne ist soviel als möglich zu vermeiden, da sich dasselbe nicht so rasch mit der gekochten und concentrirten Zuckermenge zu einer gleichförmigen Masse vereinigen lässt. In §. 1 besprachen wir schon, dass in ruhig stehenden Lösungen sich die Krystallisation hauptsächlich am Boden und nicht gleichförmig durch die ganze Masse bildet, um wie viel mehr müsste dies dann hier stattfinden, wo der Natur der Sache nach die Vermischung sehr schwer so vollkommen zu bewerkstelligen wäre. Dicke Böden und unten zusammengewachsene Stangen wären die unerwünschte Folge davon. Nur dann ist eine Zugabe von Wasser zu rechtfertigen, wenn das Ausfüllen zu langsam geht und ein Theil der Lösung zu lange erhitzt und dadurch zu concentrirt würde; dann muss

man mit ein wenig Wasser wieder nachhelfen, besser aber ist es immer, die ganze Menge nur bis zum ordentlichen Concentrationspunkte einzudicken.

Da die Temperatur bei der Candis-Krystallisation einen so grossen Einfluss übt, so ist es anzurathen, dass die Stove schon vor dem Füllen bis 24° R. erhitzt werde, um jede Abkühlung und dadurch herbeigeführte raschere und kleinere Krystallisation zu vermeiden; ebenso darf kein Luftzug während des Ausfüllens die Becken treffen. Nachdem die Stove gefüllt ist, wird sie auf 40 bis 50° R. (nach M. Culloch nur bis 30° R. = 100° F.?) erhitzt, was an einem Thermometer, dessen Scala nach aussen durch die Wand geht, zu beobachten ist. Dann werden alle Thüren oder sonstige Oeffnungen auf das Sorgfältigste geschlossen und verschmiert oder verklebt, um jede Zugluft und dadurch herbeigeführte Abkühlung zu vermeiden. In diesem Zustande bleibt die Stove 8 bis 10 Tage lang geschlossen, während welcher Zeit sie sich langsam abkühlt.

Viele Praktiker legen noch einen grossen Werth darauf, dass die Luft der Stove viel Feuchtigkeit enthalte, und giessen deshalb vor dem Schliessen derselben Wasser hinein, welches in dieser Wärme langsam verdunstet und so den Raum erfüllt. Wahrscheinlich sollen diese wässerigen Dünste dazu beitragen, eine langsamere und geringere Verdunstung der Zuckerlösung zu veranlassen, wodurch die Krystallisation auch etwas verzögert werden dürfte, und in Folge dessen schöner ausfällt. Ganz allgemein ist wenigstens die Annahme, dass in neu gebauten Candisstoven stets der schönste Candis erzeugt werde.

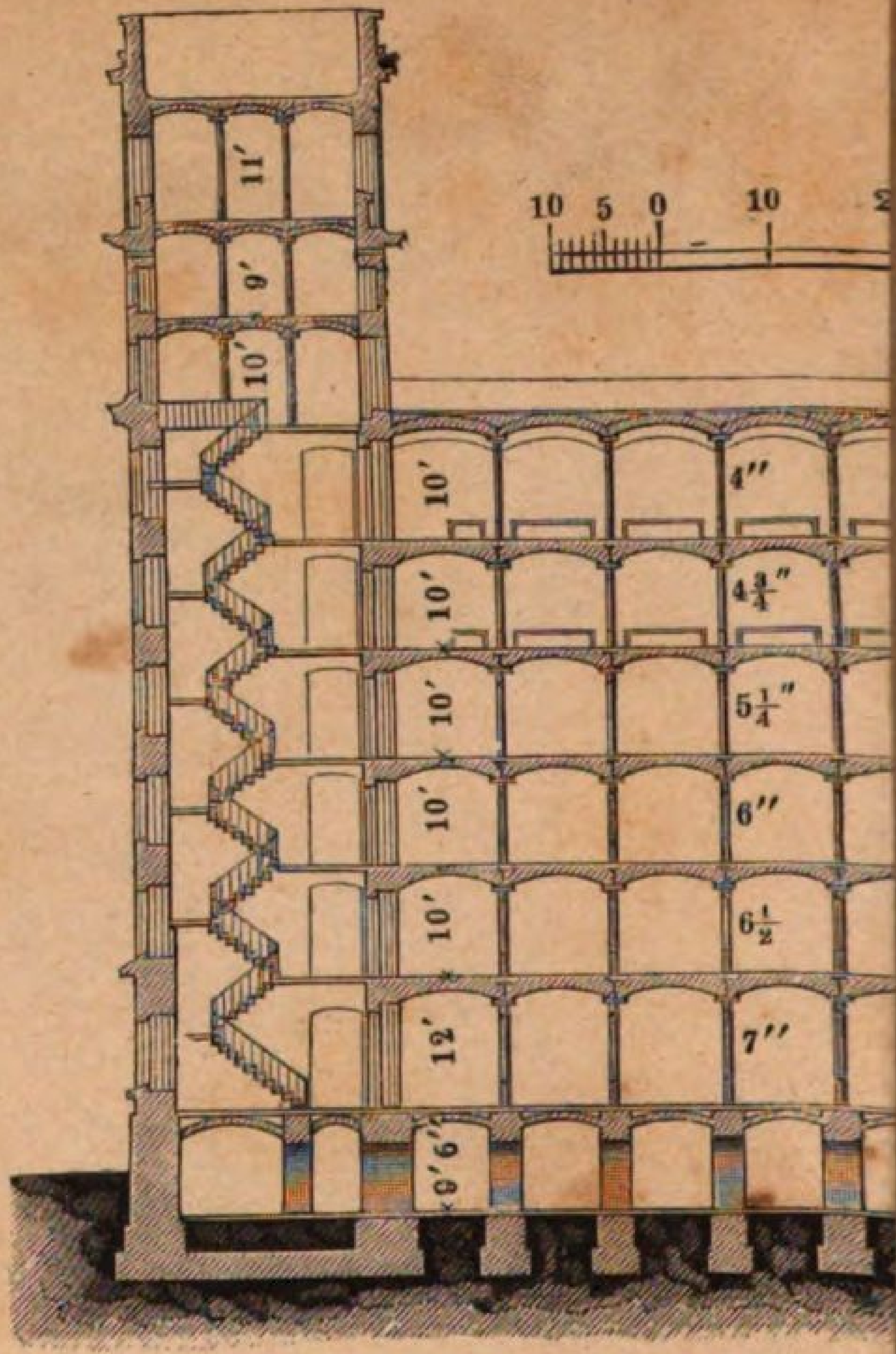
Nach Payen soll mit der Grösse der Potten auch die Grösse der Krystalle zunehmen, d. h. je grösser die Potten, um so grösser die Krystalle. Auch soll nach ihm ein leichtes Zudecken der Potten die rasche Verdampfung resp. Krystallisation verhindern und deshalb die Bildung schönerer Krystalle befördern.

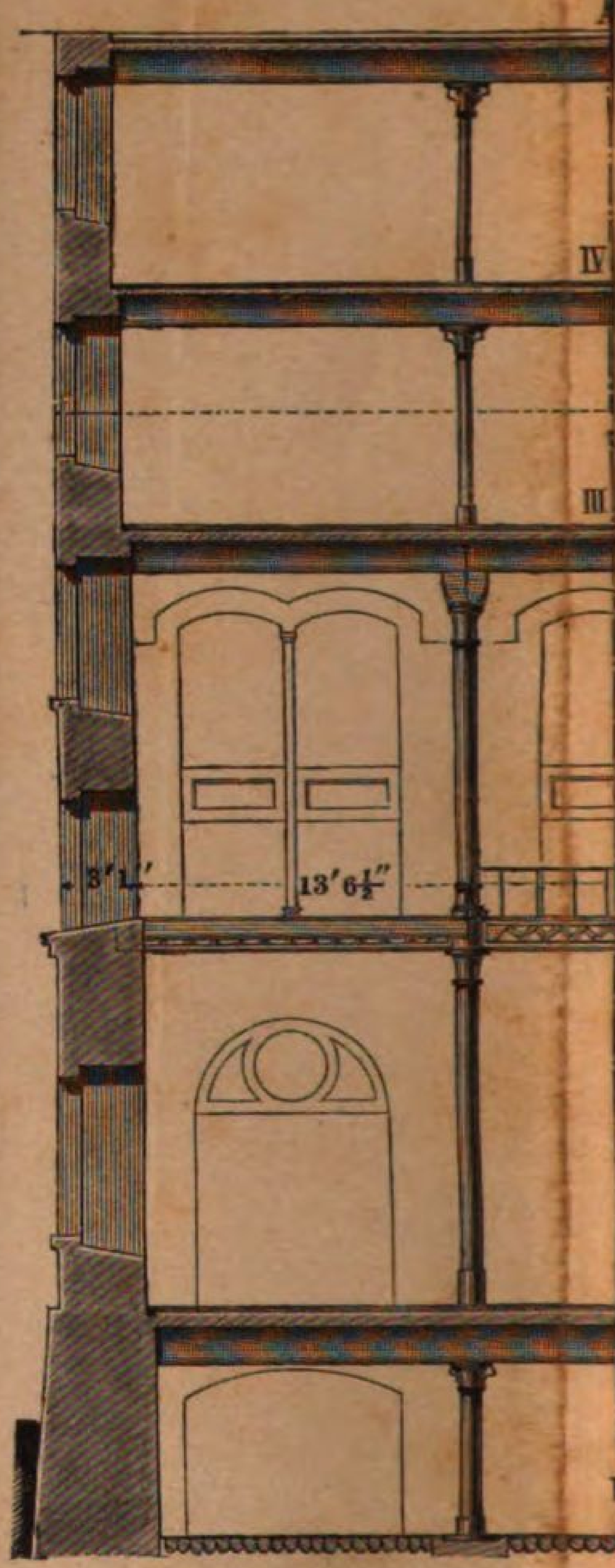
Nach 8 bis 10 Tagen, wenn die Stove bis 28° R. abgekühlt ist, wird der Candis herausgenommen und vom „Dexel" (der oben befindlichen schwachen Krystallkruste) und dem Syrup durch Umstürzen über ein Reservoir befreit, an dessen Boden ein Sieb liegt, den „Dexel" zurückzuhalten, ohne dem Syrupe den Abzug nach einem anderen darunter befindlichen Reservoire zu verwehren. Dann wird der Candis „gespült", d. h. es werden die Krystalle abgewaschen, indem man

klares, ganz schwaches, leicht erwärmtes Kalkwasser in den Pott füllt und ihn damit schüttelt, bis der an den Krystallen hängende Syrup abgewaschen ist, wonach man die Flüssigkeit (das „Spülwasser") ausleert und die Potten Candis in solcher Stellung wieder in die Stove setzt, dass das noch nicht ganz entfernte mit Syrup vermischte Spülwasser von allen Stangen leicht in kleine Untersetzer abfliessen kann, was noch durch Anwendung einer Wärme von 35 bis 40° R. beschleunigt wird. Das Spülwasser darf nicht kalt angewandt werden, was ein Springen der Candiskrystalle zur Folge haben würde; auch heisses Spülwasser ist schädlich, da hiernach die Krystalle leicht die schöne Klarheit verlieren. Nach zwei Tagen, wenn die Flüssigkeit vom Candis abgezogen ist, was man leicht an der Farbe der Seitenwände sieht, und die Stove wieder abgekühlt, werden die Potten herausgenommen und „gelöscht", indem sie auf einen grossen und ebenen Stein mit der breiten Seite gelegt werden, während ein Arbeiter so lange auf den Boden mit einem Holzklöpfel klopft, bis der ganze Zucker loslässt, welcher dann mit geschickter Wendung der Hand ganz aufgehoben wird, nachdem der Kupferpott entfernt war. Wo die Potten „geklickst" werden, löst man von aussen die Zwirnsfäden, wonach der Candiszucker leicht auf ein untergebreitetes Tuch herausfällt. In Amerika soll er dadurch gelöst werden, dass man ihn einen Augenblick lang bis an den Rand in heisses Wasser stellt, so dass nur die äussere Seite erhitzt wird, was nach Mac-Culloch dann ein leichteres Lösen veranlassen soll. Der auf solche Art aus seiner metallenen Hülle (Pott) gelöste Candis wird dann nur ein wenig getrocknet, was in einem Tage leicht zu bewerkstelligen ist, und so dem Handel übergeben.

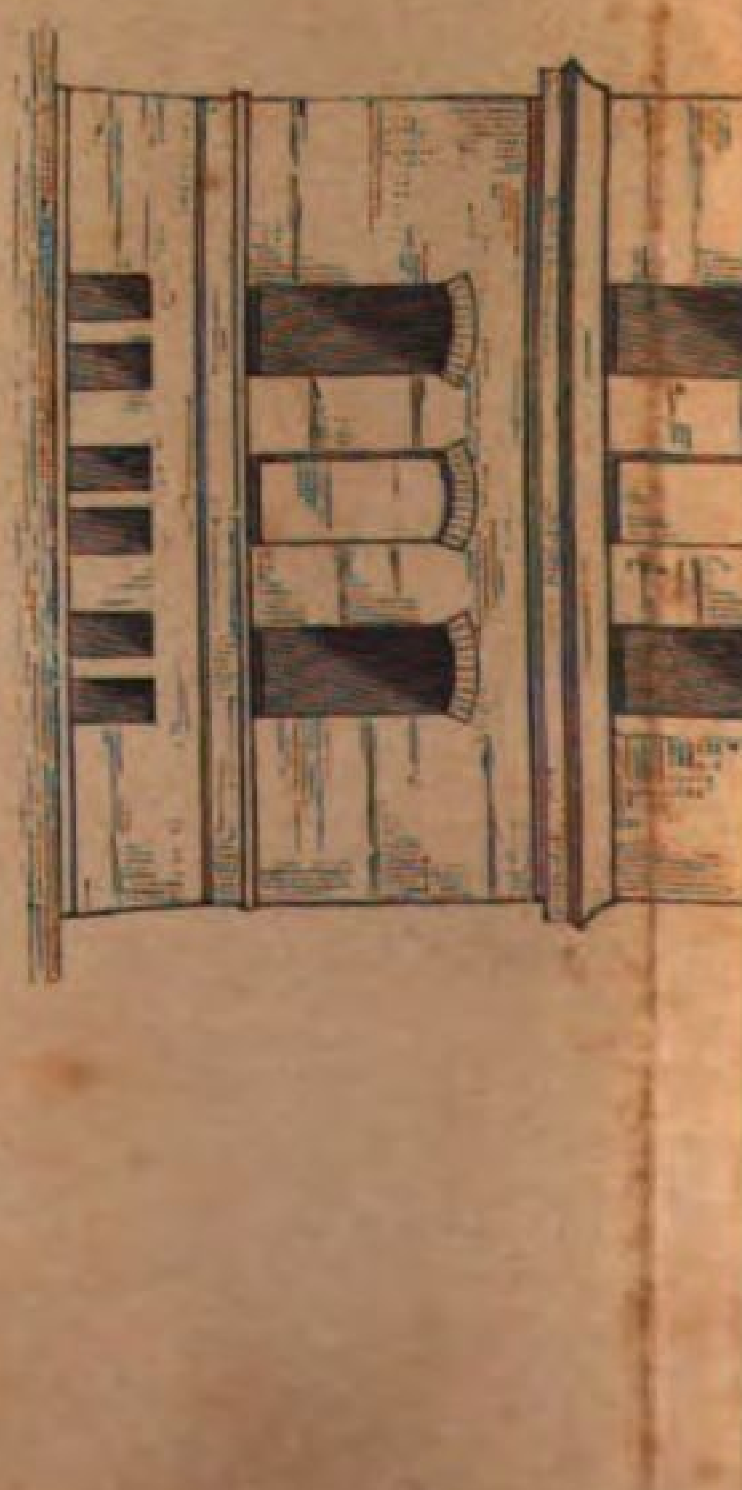
Die Fabrikation des Candis ist sehr einfach und lohnend für den Fabrikanten, da er zu hohen Preisen zu verwerthen ist und weder Deckzucker, noch grosse Mühe erfordert. Die Ausbeute ist 50 bis 60 Proc. Der dabei gewonnene Syrup, der „Stürzensyrup", liefert noch guten Melis.

Es bleibt noch die Behandlung der Potten zu erwähnen; dieselben werden nach dem Gebrauche gereinigt, d. h. mit Sand und Asche gescheuert, wenn sie von Kupfer, und rein gewaschen, wenn sie von lackirtem Eisenblech sind, wonach sie „gezogen" werden, d. h. es wird rauher Zwirn durch sämmtliche Löcher der Seitenwände gezogen und aussen befestigt. Dann werden sämmtliche Löcher geschlossen, indem entweder jedes Loch mit einem Kitte verstrichen


10 5 0 10 2
11'
9'
10'
10'
10'
10'
10'
10'
12'
4''
4¾''
5¼''
6''
6½
7''
9'6''


IV
III
3'1''
13'6½''


13'6½''
G



wird, was man das „Klicksen“ nennt, oder jede der beiden durchlöcherten Seiten wird mit einem Papierbogen beklebt. So sind die Potten wieder fertig zum Gebrauch.

Ueber Anlage und Organisation einer Raffinerie.

Die für die Raffinerie bestimmten Gebäude müssen bedeutend mehr Räumlichkeiten enthalten, als die einer Rübenzuckerfabrik. Die beistehende Fig. 154 zeigt den Durchschnitt eines der grössten Raffineriegebäude der Welt, der Actien-Zuckerraffinerie in Halle, welche ganz aus Stein und Eisen gebaut ist, mithin vollkommene Sicherheit gegen irgend eine Feuersgefahr bietet. Dasselbe System ist auch in der Raffinerie zu Waghäusel ausgeführt. Wenn man bedenkt, dass eine Raffinerie, die jährlich 100,000 Ctr. Raffinade liefert, eine Menge Zucker im Werth von circa 200,000 Thlrn. beständig im Betriebe hat, ausser dem Lager von Rohzucker und Raffinade, eine dem entsprechende Versicherungsprämie zu zahlen hat, oder der Gefahr ausgesetzt ist, bei einem Brande einen solchen Schaden zu erleiden, so liegt es nahe, durch eine feuersichere Anlage gegen jeden derartigen Verlust sich zu schützen, nur müssen dann die Zinsen der theureren Anlage geringer sein, als die anderenfalls für Gebäude und Vorräthe zu zahlende Versicherungsprämie.

Die Ausführung dieser Fabrik ist als sehr gelungen zu betrachten, da in derselben gar kein feuergefährliches Material vorhanden ist, sondern selbst die Tribünen von eisernen Trägern gebildet werden, welche mit eisernen Platten belegt sind. Fig. 155 zeigt den Grundriss und Querschnitt des Siederaumes, woraus zu ersehen ist, dass bei aller Sicherheit auch Eleganz und Zweckmässigkeit der Aufstellung berücksichtigt sind. Auch gewährt die äussere Façade einen recht hübschen Anblick, wie die beistehende Ansicht des Filterthurmes (Fig. 156) zeigt.

Ebenso wie aber bei Anlage einer Raffinerie den vernünftigen Anforderungen von Sicherheit und nebenbei Schönheit genügt sein soll, müssen auch die Grösse und Reihenfolge der Räumlichkeiten und

Apparate dem Gange und Umfange der Arbeit entsprechen, um die letztere möglichst zu vereinfachen. Die Menge der täglich zu erzielenden Producte wird aus folgenden annähernd aufgestellten Daten erhellen.

Eine Raffinerie, die z. B. 500 Ctr. Rohzucker pro Tag verarbeiten soll, erhält eben so viel Füllmasse pro Tag, da der bei der Filtration eintretende Verlust durch die Menge Wasser in derselben ausgeglichen wird. Sie wird also an Raffinade (50,000 : 30 =) 1667 Brode à 30 Pfd. pro Tag kochen. Eine Form giebt nun circa

30 Proc. Grünsyrup und
20 „ Decksyrup,

in Summa 50 Proc. der Füllmasse.

Da jedoch in der Praxis die Grenze zwischen Grün- und Decksyrup schwierig scharf zu halten ist, indem sich (wie früher bemerkt) beide theilweise vermengen, so wollen wir wenigstens 40 Proc. Grünsyrup annehmen, der täglich auf Lomps zu verkochen wäre, während 10 Proc. Decksyrup täglich in Raffinade zurückgehen und daher obiges Resultat um 10 Proc. Decksyrup à 70 Proc. Zuckergehalt, also um 7 Proc. Zucker erhöhen, wonach 535 Ctr. Füllmasse täglich gewonnen werden, die 1783 Brode Raffinade à 30 Pfd. geben. Wenn die dazu erforderliche Bodenarbeit z. B. 10 Tage dauert, so müssen wenigstens 17,830 blecherne Formen auf den Böden Platz haben, und da die Brode 8 Tage trocknen, so müssen die Trockenstuben mindestens (1783 . 8 =) 14,264 Brode fassen können.

Die obigen 535 Ctr. Füllmasse geben nur à 40 Proc. = 214 Ctr. Grünsyrup, die von 60 Proc. Bg. auf 90 Proc. eingedickt werden müssen. Man erhält demnach daraus ungefähr 143 Ctr. Lompsfüllmasse, die à $33^1/_3$ Pfd. pro Form = 429 Lomps geben würden. Zu denen wie oben bei den Raffinaden noch täglich 10 Proc. Decksyrup à 70 Proc. = 10 Ctr. oder noch 30 Formen kommen, so dass in Summa (429 + 30 =) 459 Lomps die tägliche Production bilden. Wenn dieselben z. B. 8 Tage zur Bearbeitung auf weisse Waare bedürfen, so müssen (459 . 8 =) 3672 Lomps auf den Böden Platz finden.

Diese (143 + 10 =) 153 Ctr. Lompsfüllmasse geben circa $66^2/_3$ Proc. = 102 Ctr. weissen Zucker, der zur Deckkläre verwandt wird. Da also täglich 1783 Formen Raffinade gekocht werden und jedes Brod ausser dem eigenen Deckzucker noch circa 4 Pfd. Zucker zur Deckkläre bedarf, so sind dazu (1783 . 4 =) 72 Ctr. weissen Zuckers nöthig, und es bleiben also von den Lomps (102 — 72 =) 30 Ctr. weissen

Zucker übrig, welche zum Bleichen der Lomps selbst genügen; es reicht also der erhaltene weisse Lompszucker zum Decken der Raffinade und Lompen vollständig aus.

Der Grünsyrup aus 153 Ctr. dieser Füllmasse beträgt 30 bis 40 Proc. = 61 Ctr., die von 60 auf 90 Proc. eingedickt circa 41 Ctr. erster Basterfüllmasse geben, welche zum Füllen von 123 Formen à $33^{1}/_{3}$ Pfd. hinreichen. Diese geben je nach ihrer Qualität und der Verarbeitung 20 bis 40 Proc. weissen Zucker. Nehmen wir 30 Proc. an, so werden daraus 12 Ctr. weisser Zucker gewonnen, der zum Einwurf als Raffinade verwandt oder als Farin verkauft wird, wenn solche niedrige Producte in den Handel kommen sollen.

Der ablaufende Syrup von (41 — 12 =) 29 Ctr. giebt eingedickt Baster zweiter Qualität, von denen 30 Proc. gelber Zucker = 10 Ctr. täglich erhalten und zu Lomps mit eingeworfen werden, während 19 Ctr. Syrup im grösseren Reservoire gekocht werden, um später 20 Proc. gelben Zucker zu geben und 15,3 Ctr. Syrup, was circa 3 Proc. des täglich eingeworfenen weissen Rohzuckers beträgt.

Bei der Organisation der Raffinerie zu Smela im Jahre 1860 befolgte ich diesen Gang, wodurch dieselbe nicht nur in den Stand gesetzt war, nur ein Product, nämlich feinste Raffinade mit regelmässiger Bestimmtheit zu liefern, sondern auch die Kosten wesentlich verringert wurden. Ich kann hier indessen nur einige allgemeine Andeutungen geben, die Ausführung muss einem erfahrenen, zugleich dem Fortschritt huldigenden Sachkenner überlassen bleiben, doch würde es mich freuen, wenn diese Anregung gute Früchte trüge.

Zum Schluss füge ich noch einige Angaben bei über die Eintheilung der Arbeiter einer Raffinerie, welche 500 Ctr. Zucker täglich zu verarbeiten, oder in runder Summe 1800 Brode täglich zu kochen bestimmt ist.

Zum Klären, Filtriren, Schaummachen etc. . .	6	bis	7	Schichten.
„ Kochen, Ausfüllen, Formenwaschen . . .	13	„	15	„
„ Heraufnehmen und Zurechtbringen der Brode	7	„	8	„
„ jedesmaligen Decken 2,8 Schichten und da wir 5 bis 6 Decken rechnen wollen	12	„	16	„
„ Planotiren oder Bodenmachen	4	„	5	„
„ Abnehmen von der Nutschmaschine und Einsetzen in die Stove	5	„	8	„
„ Ausnehmen aus der Stove, Einpapieren, Verpacken	12	„	14	„
Zur Raffinadegewinnung	59	bis	73	Schichten.
Zu den Centrifugen und Nachproducten . . .	12	„	13	„
„ „ Kesseln	4	„	6	„
„ „ Knochenkohlenöfen *) und Kohlen . .	15	„	20	„
Summa der Fabrikarbeiter (ohne Hof etc.) . .	90	bis	112	Schichten.

*) Siehe den folgenden Abschnitt.

Die Knochenkohle und ihre Wiederbelebung.

Allgemeines.

Die Knochenkohle (Spodium) ist das zurückbleibende Product einer bei völliger Verhinderung des Luftzutrittes ausgeführten trockenen Destillation (Brennen) der Knochen, während die auftretenden, übelriechenden und flüchtigen Producte entweichen. Die Ausbeute an Kohle beträgt etwa 60 Proc. der Knochen. Die Knochen bestehen aus einem zellenartigen Gewebe von Knorpelsubstanz, in welchem die sogenannte Knochenerde eingelagert ist. Werden nun die Knochen bei Luftabschluss erhitzt, so wird die organische Knorpelsubstanz zerstört, und die gebildete Kohle bleibt fein vertheilt in dem aus dünnen Scheidewänden bestehenden Gerippe von Knochenerde zurück. Wegen dieser feinen Vertheilung der Kohle hat man sich die absorbirende Wirkung als auf Flächenanziehung beruhend zu erklären gesucht.

Die chemische Zusammensetzung der Knochenkohle, besonders der Bestand der Knochenerde, variirt etwas je nach den verschiedenen Thieren und der von denselben genossenen Nahrung. Sie besteht annähernd aus:

10 Proc.	Kohlenstoff	
78 „	phosphorsaurem Kalk	Knochenerde *)
8 „	kohlensaurem Kalk	Knochenerde *)
4 „	phosphorsaurer Magnesia, Alkalien, Fluorcalcium etc.	Knochenerde *)
100 Proc.		

*) Heintz giebt die mineralischen Bestandtheile der Ochsenknochen an zu:

Kohlensaurem Kalk	= 10,07
Phosphorsaurem Kalk	= 83,07
Phosphorsaurer Magnesia	= 2,98
Fluorcalcium	= 3,88
	100,00.

Die Eigenschaften einer guten Knochenkohle sind schon in dem Kapitel über „Filtration der Säfte“ näher angegeben und kann deshalb hier darauf verwiesen werden. Die Erhitzung soll nur bis zur Zerstörung der animalischen Stoffe, aber nicht weiter getrieben sein. Nicht genügend geglühte Kohle sieht meist braun aus, ist aber dann zuweilen betrüglich mittelst Theer oder dergleichen dunkler gefärbt, wodurch auch ihre Oberfläche überzogen und die Poren verstopft werden, also ihre Wirksamkeit beeinträchtigt wird. Frisch geglühte Kohle zieht mit grosser Begierde Feuchtigkeit bis 10 Proc. aus der Luft an, ja sie lässt selbst eine Besprengung mit 20 Proc. Wasser wenig auffallend erscheinen.

Zu den im Früheren gegebenen geschichtlichen Bemerkungen liesse sich noch Folgendes hinzufügen. Anthon wies im Jahre 1858 nach, dass die Eigenschaft der Kohle, organische Stoffe aus ihren Lösungen niederzuschlagen, durch die Gegenwart von Alkalien mehr oder weniger beeinträchtigt wird, so dass z. B. einer Kohle, welche aus einer neutralen Flüssigkeit Farbstoffe absorbirte, dieselben wenigstens theilweise dadurch wieder entzogen werden können, dass man sie mit einer alkalischen Flüssigkeit zusammenbringt. Diese Entdeckung legte den Grund zu einem in neuerer Zeit wieder vorgeschlagenen Wiederbelebungsverfahren.

Bussy entzog der Kohle, die eine Indigolösung entfärbt hatte und mit Wasser vollkommen ausgewaschen war, durch Kali, Natron oder Ammoniak noch einen grossen Theil des Farbstoffes, den Wasser nicht zu entfernen im Stande war. Diese Erscheinung, sowie viele andere, lassen sich durch eine Flächenwirkung der Kohle nicht hinlänglich erklären.

Die entfärbende Wirkung der Knochenkohle wird gewöhnlich durch die Wärme erhöht. Bei längerem Sieden mit der Kohle jedoch können auch Farbstoffe wieder gelöst werden, und es ist daher in dem wiederholten Auskochen mit Wasser ein Mittel geboten, einen Theil der Farbstoffe aus der Kohle wieder zu entfernen.

Ebenso wird der Kohle durch kaltes Wasser ein Theil der aus heissen Lösungen absorbirten Farbstoffe wieder entzogen. In diesem Falle bedingt jedoch eigentlich nicht das Wasser das Ausscheiden des Farbstoffes, sondern lediglich die Temperaturerniedrigung, bei der die entfärbende Kraft der Kohle abnimmt (Anthon).

Muspratt sucht die Wirkung der Kohle durch die Ansicht zu erklären, dass sie die Rolle einer schwachen Basis spiele und sich so

mit dem Farbestoffe etc. verbinde; die Absorption der Alkalien durch die Knochenkohle, die im Anhange ausführlicher besprochen werden soll, lässt aber diese Auslegung wohl nicht zu, und besonders auffallend bleibt immer die Auswahl, welche die Kohle bei ihrer Absorption aus Flüssigkeiten trifft. So nimmt sie z. B. keinen Zucker oder doch sehr wenig davon auf, denn da wir nicht allen Zucker daraus wiederzugewinnen im Stande sind, sondern circa 5 Proc. davon verlieren (siehe Filtration), so hat die Kohle für den Zucker eine geringe Absorptionsfähigkeit, oder der Verlust ist ein rein mechanischer. Ganz bestimmt hält sie aber z. B. Salpeter und Chloralkalien gar nicht zurück; diese sind sämmtlich daraus wieder zu erhalten. Dagegen werden von den ätzenden, kohlensauren und phosphorsauren Alkalien bis zu 30 Proc. (der in Lösung dargebotenen Alkalien) und bis zu 61 Proc. des aufgelösten Kalkes (nach Anthon) durch dieselbe aufgenommen. Wie diese Thatsachen durch eine blosse Flächenwirkung der Kohle zu erklären wären, lässt sich ebenfalls nicht wohl einsehen.

In einem früheren Kapitel ist schon bewiesen, dass das Entfärbungsvermögen der Kohle nicht als Maassstab ihrer Güte angesehen werden könne, und ebenso wenig auch das Absorptionsvermögen derselben für Kalk. Anthon wies nach, dass die Kohle die letztere Eigenschaft nur der in ihren Poren verdichteten Kohlensäure verdanke, da Kohle, nach dem Ausglühen angewendet, 0,40 Proc., nach Aufbewahrung bei beschränktem Luftzutritte 2,72 Proc., nach dem Schwängern mit Kohlensäure 4,00 Proc. ihres Gewichtes Kalk in sich aufgenommen hatte. Es wäre indessen auch möglich, dass die Kohlensäure in der Kohle in Form von kohlensaurem Ammoniak enthalten sei, welches sich dann zersetzte, und kohlensauren Kalk bildete, während Ammoniak sich verflüchtigte.

Die Absorption von 4 Proc. ihres eigenen Gewichtes an Kalk scheint mir indessen sehr bedeutend zu sein. In der Praxis erreichen wir dieselbe nie, wie aus folgendem Beispiele erhellen dürfte. 1000 Ctr. Rüben à 90 Proc. Saft geben 900 Ctr. Saft, die à 0,25 Proc. Kalkgehalt täglich 225 Pfd. Kalk zu absorbiren geben. 20 Proc. Knochenkohle, die wir anwenden, = 200 Ctr. Kohle à 4 Proc. Kalkabsorption wäre daher im Stande, 800 Pfd. Kalk aufzunehmen. Ehe man die Saturation mit Kohlensäure anwandte, waren zur Entfernung jener 225 Pfd. Kalk 20,000 Pfd. Kohle erforderlich, was 1,2 Proc. der Knochenkohle entspricht. Die Angabe Anthons, dass Knochenkohle nur 50 bis 70 Proc. des ihr in Lösung dargebotenen Kalkes absorbirt, stimmt da-

gegen vollkommen mit den in den Fabriken gemachten Erfahrungen überein.

Da nun ausser der Kohlensäure uns in der Phosphorsäure noch ein passendes Mittel zur Entfernung des Kalkes geboten ist, so hat die Knochenkohle für diesen Zweck den grössten Theil ihres Werthes verloren. Dagegen ist die Aufnahme derjenigen organischen stickstoffhaltigen Substanzen, die wir unter dem Collectivnamen „Proteinsubstanzen“ zusammen fassen, für die Zuckerfabrikation von grosser Wichtigkeit. Leider aber ist diese Wirksamkeit der Kohle noch sehr wenig erforscht, da die gesonderte Darstellung jener Stoffe sehr schwierig ist. Viele, worunter auch der Verfasser, behaupten, dass die Absorption dieser Stoffe sich höchstens auf 30 Proc. der der Kohle in Rübensäften dargebotenen Stoffe belaufe. Einige dieser Stoffe scheinen sogar von der Kohle gar nicht aufgenommen zu werden; wenigstens nicht durch Kohle geringerer Qualität. Die einzigen Versuche, die ich in letzterer Zeit darüber anstellte, wurden in der Art ausgeführt, dass der über einen Filter laufende Saft in den verschiedenen Stunden der Filtration auf den procentischen Gehalt an jenen Substanzen geprüft wurde. Wenn die Kohle sehr stark absorbirend auf die Proteinstoffe einwirkte, so müssten die ersten Mengen des Filtrates doch entschieden weniger davon enthalten, als die späteren. Ich fand jedoch bis jetzt nur bei Dünnsäften solche Resultate, wogegen sich bei Dicksäften fast gar keine Absorption dieser Stoffe zeigte. Da jedoch diese Versuche nicht genügend sind, so muss die nöthige Aufklärung späteren Versuchen vorbehalten bleiben. Nach den vorliegenden Erfahrungen scheint mir fast der Gedanke gerechtfertigt zu sein, die Proteinstoffe rascher und sicherer durch andere direct wirkende Mittel aus den Säften entfernen zu können.

Ein anderer wichtiger Dienst der Knochenkohle ist meiner Ansicht nach die Absorption der Salze und Alkalien aus den Rübensäften, welche ich glaube durch Fundamentalversuche (s. Anhang) praktisch zuerst nachgewiesen zu haben. Obschon Viele an der Fähigkeit der Knochenkohle, Alkalien zu absorbiren, zweifeln, muss ich doch diese Eigenschaft für die vorzüglichste halten, um so mehr, da wir bis jetzt kein geeignetes Mittel kennen, dieselben auf irgend eine andere Art aus der Zuckerlösung zu entfernen. Anthon's Bemerkung, dass sich mittelst Kieselsäurehydrat und Thonerdehydrat Alkalien aus Flüssigkeiten entfernen liessen, ist der erste wichtige Schritt in dieser Richtung. So lange aber dieser Weg nicht hinlänglich für die Praxis

geebnet ist, bleibt doch die Knochenkohle das beste Mittel für die Zuckerfabrikation.

Von den in 1000 Ctr. Rüben = 900 Ctr. Saft à 0,7 Proc. in Summa enthaltenen 630 Pfd. alkalischen Salzen werden ungefähr 13 bis 20 Proc. oder 81,9 bis 126 Pfd. täglich absorbirt. Diese 81,9 bis 126 Pfd. wurden (nach der Annahme, dass 1 Theil Salz wenigstens 3 bis 4 Theile Zucker praktisch ungewinnbar macht) wenigstens 328 bis 504 Pfd. Zucker ungewinnbar gemacht haben, und es ist daher ein bedeutender Gewinn dabei, diese Menge Alkalien durch die Kohle fortzuschaffen, nur ist die Kohle leider nicht immer in dem Zustande, so viel Alkalien aufzunehmen; dagegen ist es auffallend, dass die Kohle ziemlich lange diese Fähigkeit behält, und wären noch genaue Versuche darüber anzustellen, in welchem Verhältnisse diese wichtige Eigenschaft sich verringert. Es lässt sich jedoch annehmen, dass eine beständige Wiederfortnahme der aufgenommenen Alkalien das Vermögen der Kohle, gleiche Mengen davon wieder zu absorbiren, bewahren werde, wozu wir in der Salzsäure ein billiges Mittel besitzen.

Nachdem wir so besprochen haben, welche Stoffe von der neuen Kohle aufgenommen werden, wollen wir auch die „Wiederbelebung“ derselben, die Wiederherstellung ihrer früheren Wirksamkeit näher betrachten.

Eigentlich sollte die neue Kohle und ihre Wirkung als Norm für den Werth der Kohle hingestellt werden; allein die gewöhnliche käufliche neue Kohle entspricht keineswegs in allen Fällen den berechtigten Ansprüchen. Zunächst erfordert neue Kohle ein Glühen im Ofen, um, wie Ventzke meint, das aus der Luft absorbirte Ammoniak-Gas auszutreiben. Bei angestellten Untersuchungen fand ich zwar, dass die über neue Kohle filtrirten Lösungen alkalisch reagiren, doch glaube ich, dass noch andere alkalische Stoffe ausser Ammoniak dazu mitwirkten, da ein solches Filtrat beim Eindampfen einen festen, alkalisch reagirenden Rückstand hinterliess. Diese (wahrscheinlich durch den Glühprocess frei gewordenen) Alkalien können nur entweder durch Salzsäure ($^1/_2$ Proc. genügt meistens) oder durch mehrere Auswaschungen mit reinem (kaltem oder heissem) Wasser entfernt werden. Diese Waschungen müssen oft zwanzigmal wiederholt werden, ehe der Zweck erreicht ist, und ich glaube daher, dass der Salzsäure, der Schnelligkeit und Sicherheit wegen, ein entschiedener Vorzug gegeben werden muss, um so mehr, da nicht immer reines Wasser zum Auslaugen der Kohle zu Gebote steht, sondern das gewöhnlich benutzte nach den

Untersuchungen von Monier in 1 Litre oft bis 58 Milligramme organische Substanzen enthält (siehe Elsner's chemisch-technische Mittheilungen 1859/60). Wenn man nun bedenkt, dass die Kohle bei einer jeden Operation des Filtrirens, dem Absüssen im Filter, dem Waschen etc., mit der fünf- bis zehnfachen Menge Wasser in Berührung kommt, und dass sich diese Operationen in einer Campagne wohl zehn- bis zwanzigmal wiederholen, so wird man sich nicht wundern, wenn die Kohle in demselben Maasse unfähiger wird, dergleichen Stoffe aus Rübensäften aufzunehmen. Zwar werden die organischen Stoffe durch Glühen wieder zerstört, aber zugleich auch die Kohle dadurch verschlechtert, da ihre Poren verstopft werden.

Mir scheint es daher sehr gerathen in allen Fällen, wo nicht sehr gutes reines Wasser zur Disposition steht, das aus den Dämpfen condensirte Wasser der sogenannten Retouren dazu zu verwenden, um mit aller Sicherheit den Zweck des Reinwaschens erreichen zu können. Jeder Fabrikant bemüht sich jetzt, dieses kostbare destillirte Wasser den Dampfkesseln wieder zuzuführen, um in diesen einen geringeren Absatz von Schlamm zu erhalten. In den Dampfkesseln ist bei gewöhnlichem Wasser die Menge desselben sehr in die Augen fallend, in der Knochenkohle aber, wo sich ein grosser Theil ganz ähnlichen Schlammes insbesondere in den Poren der Kohle ablagert, ist dies nicht so auffallend. Dieser Umstand scheint mir evident zu Gunsten der Verwendung des destillirten Wassers zum Waschen der Kohle zu sprechen, da das zum Speisen der Kessel nöthige Wasser leichter durch eine Menge bekannter Vorrichtungen vorgewärmt und gereinigt werden kann, auch der Schlammabsatz aus den Dampfkesseln viel leichter als aus den Poren der Knochenkohle zu entfernen ist.

Das „Wiederbeleben" der schon gebrauchten Kohle hat zum Zweck, derselben wenigstens annähernd ihre Absorptionsfähigkeit wieder zu geben. Sie muss zu diesem Behufe von allen denjenigen Substanzen, die sie bei dem Filtriren aus den Säften aufgenommen hatte, wieder befreit werden.

Entfernung des Kalkes mittelst Salzsäure.

Die erste Operation der Wiederbelebung ist gewöhnlich die Beseitigung des Kalkes. Man bringt die Kohle zu diesem Behufe in hölzerne oder steinerne cementirte Behälter, in denen sie mit verdünnter Salzsäure übergossen wird. Damit dieselbe möglichst gleichmässig einwirke, bringt man meist einen Wechsel der Flüssigkeit hervor, indem man diese unten abzieht und oben wieder aufgiebt, und sieht den Process nach 8 Stunden (in einigen Fabriken nach 8 Tagen) als beendet an.

Diese höchst einfache Operation scheint mir auf diese Weise gar nicht nach den Erfordernissen der Zweckmässigkeit ausgeführt zu werden. Es ist schon früher erwähnt, dass die oberen Schichten der Kohle eines Filters mehr Kalk (nach einigen Angaben die sechsfache Menge) abgelagert enthalten, als die unteren. Wegen dieser ungleichen Vertheilung des Kalkes greift die Salzsäure einen Theil der erdigen Substanzen der Kohle selbst an und zerstört mehr oder weniger davon, während in anderen Partikelchen Kohle der aufgenommene Kalk noch nicht völlig gesättigt ist.

Ein weiterer Uebelstand dieses Verfahrens ist das erforderliche vielfache Umschaufeln der Kohle; das Herausnehmen aus dem Filter, Eintragen in den Säurebottich, Austragen aus demselben etc. ist nicht ohne Verlust an Knochenkohle zu verrichten, und verursacht wegen dieser Arbeiten nicht unbedeutende Kosten.

Alle diese Uebelstände scheinen mir durch das Säuren im Filter selbst sich leicht vermeiden zu lassen, und zwar in folgender Weise.

Sobald die Filtration des Saftes und das Absüssen des Filters beendet ist, lässt man warmes Wasser von unten in dem Filter aufsteigen, damit es von unten nach oben die Kohlenschicht passire und in einer der gewöhnlichen entgegengesetzten Richtung wirkend, viele der mechanischen Unreinigkeiten, die sich namentlich in den oberen Schichten der Kohle ablagerten, wieder wegspülte. Durch ein unten zwischen den beiden Böden des Filters angebrachtes Dampfrohr oder durch directes Einströmen von Dampf könnte das Wasser beständig im Kochen erhalten, und dadurch auch möglichst viel Farbstoffe gelöst werden, wie schon oben bemerkt wurde.

Nach einer kurzen Zeit eines solchen Auswässerns würde der Wasserzufluss unten geschlossen und nun oben verdünnte Salzsäure auf die mit Wasser getränkte Kohle fliessen gelassen. Dann würde der Abflusshahn unten geöffnet und das heisse Wasser in dem Maasse abgezogen werden, als oben salzsäurehaltiges auffliesst. Die dadurch erzielten Vortheile liegen klar am Tage. Die Salzsäure wirkt in demselben Verhältnisse auf die Kohle, als dieselbe mehr Kalk absorbirte; hier ist also ein natürlich richtiges Verhältniss, wobei keine Kohle zerstört wird. Der Abfluss des Wassers unten aus der Kohle sichert ein langsames gleichmässiges Niedersinken der Salzsäure, die hohe Temperatur beschleunigt (nach Otto) den Gang des Processes bedeutend, so dass die ganze Operation, welche sich in dem Fabriklocale unter Aufsicht des diensthabenden Personals ohne Arbeiter ausführen liesse, in 2 bis 3 Stunden beendigt sein würde.

Eine Bedingung dieses Verfahrens wäre freilich, dass die Filter nicht mehr aus Eisen, sondern aus solchem Materiale angefertigt würden, welches dem Einflusse der Säuren (und Alkalien) widersteht. Ein solches besitzen wir glücklicherweise in den glasirten Thonwaaren etc., wie sie für die Zwecke vieler anderen Industriezweige dienen, auch dürften die grösseren Anlagekosten wohl reichlich durch die vielen Vortheile des Betriebes aufgewogen werden.

Man hat auch vorgeschlagen, die Kohle vor dem Säuern in gesonderten Gefässen oder durch die Waschmaschine zu waschen, wobei allerdings ein Theil der mechanischen Unreinigkeiten fortgeschwemmt wird; allein dadurch würde die Operation nur unnöthig complicirt werden, und der mechanischen Reibung wegen nicht ohne Verlust an Knochenkohle (circa $^1/_2$ Proc.) auszuführen sein.

Die erforderliche Menge der Salzsäure für jeden Filter lässt sich bei dem von mir angegebenen Verfahren weit sicherer vorher bestimmen, als bisher, wenn, wie es in einer ordnungsmässig geleiteten Fabrik der Fall sein soll, die über einen Filter laufenden Mengen Saft nach Maass und folglich auch nach Gewicht (durch Multiplicirung des Gewichts einer Maasseinheit Wassers mit dem specifischen Gewicht des Saftes) bekannt sind, und wenn ferner die Säfte, sowohl nach der Saturation als auch nach der Filtration auf ihre Alkalinität geprüft wurden (siehe S. 440 u. ff.). Es wären z. B. 100 Ctr. oder 10,000 Pfd. Saft über einen Filter gegangen. Die Alkalinität des Saftes sei z. B. vor der Filtration 0,80, und nach der Filtration 0,20 der des Kalkwassers gewesen, so hätte der Saft 0,60 so viel Kalk als im Kalkwasser

enthalten ist, an die Kohle abgegeben. Kalkwasser enthält nach Früherem 0,136 Proc.; 0,60 davon wären also (0,136 . 0,60 =) 0,0816 Proc. absorbirter Kalk und alkalischer Salze. Aus 10,000 Pfd. Saft muss die Kohle im Filter natürlich 8,16 Pfd. *) Kalk und Alkalien absorbirt haben, die also bei 2 Thln. Säure auf 1 Thl. Kalk = 16,32 Pfd. Salzsäure erforderten, was bei Anwendung von 20 Proc. Kohle circa 0,8 Proc. des Gewichts derselben an Salzsäure entspräche.

Bei dieser in guten Fabriken leicht auszuführenden Berechnung wird sowohl die Menge des wirklich absorbirten Kalkes als auch der aufgenommenen Alkalien berücksichtigt, während bei der Bestimmung des Kalkgehaltes der Kohle man wegen der ungleichmässigen Vertheilung desselben fast stets ein zweifelhaftes Resultat erhält. Ebenso ist es gleichgültig, ob der Kalk als ätzender oder kohlensaurer Kalk darin vorhanden ist.

Aus der oben aufgestellten Rechnung erfährt man eigentlich nur, wie viel alkalische Stoffe von den Säften abgegeben wurden. Wie viel Säure aber dazu nöthig ist, diese aus der Kohle wieder zu lösen, hängt natürlich von dem Gehalte der käuflichen Säure ab, und da derselbe annähernd mit dem specifischen Gewichte der Säure steigt, so ist die folgende Tabelle für die Praxis genügend richtig.

*) In diesem Beispiele haben wir 8,16 Pfd. per 100 Ctr. Saft, für 900 Ctr. mithin 73,44 Pfd. Kalk und Alkalien angenommen, während wir früher 81,9 bis 126 Pfd. Alkalien veranschlagten. Dies rührt daher, weil wir im Letzteren die Möglichkeit bei guter Kohle in Betracht zogen, hier aber ein Beispiel der grossen Praxis nahmen, wo man oft sehr schlechte Kohle benutzt, und so nur ungefähr die Hälfte der möglicher Weise absorbirbaren Alkalien entfernt.

100 Pfund käufliche Salzsäure von:				
Procenten Brix oder Balling.	Graden Baumé.	Specifischem Gewichte.	enthalten Salzsäure.	lösen Kalk (kohlensauren).
40	22	1,180	36,3 Pfd.	49,7 Pfd.
39,5	21,5	1,176	35,5	48,6
38,3	21	1,170	34,2	47,0
37,4	20,5	1,166	33,4	45,8
36,4	20	1,161	32,5	44,5
35,5	19,5	1,156	31,5	43,3
34,5	19	1,152	30,5	42,0
33,6	18,5	1,147	29,7	40,8
32,7	18	1,143	29,0	39,7
31,8	17,5	1,138	28,0	38,5
30,8	17	1,134	27,0	37,0
29,8	16,5	1,128	26,0	35,7
29	16	1,125	25,3	34,7
28	15,5	1,120	24,5	33,5

Wenn also z. B. bei einer Verarbeitung von 1000 Ctr. Rüben 73,44 Pfd. Kalk per Tag aus der Kohle zu absorbiren wären, und durch Salzsäure von 20⁰ Bé. entfernt werden sollten, so wären dazu, da nach der Tabelle 100 Pfd. Salzsäure à 20⁰ Bé. = 44,5 Pfd. Kalk lösen, (44,5 : 100 = 73,44 : x, woraus x =) 165 Pfd. solcher Salzsäure erforderlich.

Anstatt der Salzsäure kann man sich z. B. in Russland mit Vortheil des Essigs bedienen, wenn derselbe billig (aus der Melasse) herzustellen ist. Der Essig bietet den Vortheil, dass er keine Schwefelsäure enthält, also die Kohle nicht mit Gyps verunreinigt; ausserdem greift Essig die Knochenerde nicht so leicht an. Es ist auch die Kohlensäure dazu vorgeschlagen worden, welche in den Filter gepumpt den kohlensauren Kalk in doppelt kohlensauren verwandelt, der als leicht löslicher Körper aus der Kohle leicht fortzuschaffen wäre. So einfach diese Idee ist, so ist doch leider die Einwirkung der Kohlensäure auf kohlensauren Kalk eine sehr langsame, es dürften Tage dazu gehören, und dann bleibt noch die Frage zu lösen, ob da-

durch auch die Alkalien vollständig aus der Kohle gelöst werden, was sehr zu bezweifeln ist.

Entfernung der organischen Stoffe durch Gährung oder Aetzlauge.

Nachdem der Kalk aus der Kohle entfernt ist, schreitet man gewöhnlich zur Entfernung der organischen Substanzen durch Gährung oder Aetzlauge. Fast alle in den Pflanzensäften enthaltenen organischen Stoffe erleiden, wenn sie unter geeigneten Bedingungen mit dem Sauerstoffe der Luft in Berührung kommen, jene Zersetzung, die wir mit den Namen der Gährung, Fäulniss und Verwesung bezeichnen. Durch diese Zersetzungsprocesse werden die Bestandtheile der organischen Stoffe in jenen Zustand zurückgeführt, in welchem sie sich vor der Assimilation durch die Pflanze befanden, doch können diese Processe nur bei gleichzeitiger Einwirkung dreier Factoren, der Wärme, des Wassers und der atmosphärischen Luft oder des Sauerstoffgases, eintreten und verlaufen. Zwar unterscheiden wir in der Zuckerfabrikation zwischen Fäulniss und Verwesung, oder sogenannter „nasser“ und „trockener“ Gährung, doch wird der Zersetzungsprocess in allen Fällen durch dieselben Ursachen eingeleitet, und liefert dieselben Endproducte, nämlich Kohlensäure, Wasser und Ammoniak. Bei der sogenannten „nassen“ Gährung wird die mit organischen Stoffen beladene Kohle mit Wasser übergossen und so mehrere Tage stehen gelassen. Es entwickeln sich dann gewöhnlich übelriechende Producte aus Stoffen, welche das Wasser aufgenommen hat. Wenn die Belästigung der Geruchsorgane dabei möglichst vermieden werden soll, so lässt man das Wasser öfter (vielleicht jeden Tag) ab und ersetzt es durch neues von derselben Temperatur. Das abgelassene Wasser entwickelt nämlich erst nach einem oder einigen Tagen einen üblen Geruch, während der Abfluss des Wassers und die Zugabe neuer Quantitäten das Fortschreiten der Gährung durchaus nicht verhindert, wenn damit nicht zugleich ein bedeutender Temperaturwechsel verbunden ist, den man ja leicht verhüten kann.

Man kann den Lauf der Gährung wesentlich beschleunigen, wenn man dem Wasser ein wenig schon in Gährung befindlicher Stoffe, wie z. B. faulendes Blut, Kleienwasser etc., zusetzt. Diese wirken wie alle in Zersetzung befindlichen organischen Stoffe als Gährungserreger, und beschleunigen dadurch den ganzen Zersetzungsprocess.

Die nasse Gährung hat die Kürze der Zeit für sich, in der sie gewöhnlich beendet ist. Wahrscheinlich befördert die Beweglichkeit des Wassers (welches selbst an der Zersetzung Theil nimmt) die Berührung der einzelnen Theilchen und erleichtert daher nicht nur die Anregung der Gährung, sondern befördert auch den Gährungsprocess selbst.

Diese vielseitige und innige Berührung der in Fäulniss oder in Verwesung begriffenen Substanzen ist aber sehr wichtig, da nach Liebig's Ausspruche eine Menge Substanzen unter solchen Bedingungen schon bei gewöhnlicher Temperatur eine so starke Verwandtschaft zum Sauerstoff besitzen, und mit ihm Verbindungen eingehen, wie sie sonst nur durch höhere Hitzegrade vermittelt werden konnten (Liebig).

Der Vorwurf, der oft der nassen Gährung gemacht wird, dass sie den in der Kohle befindlichen organischen Materien weniger Sauerstoff zuführe, scheint mir sehr unbegründet zu sein, da das Wasser 89 Gewichtsprocente, die Luft hingegen nur 23 Proc. Sauerstoff enthält.

Indessen könnte vielleicht bei der nassen Gährung noch Nutzen gezogen werden aus einigen anderweitig gemachten Beobachtungen. Schon Rumford hatte beobachtet, dass Seide, Baumwolle, Wolle und andere organische Körper in einem mit Wasser ganz angefüllten Gefässe dem Sonnenlichte ausgesetzt nach 3 bis 4 Tagen zu einer Entwickelung von reinem Sauerstoffgas Veranlassung gaben. Liebig fand, als er Wasser aus einem der Sonne ausgesetzten Brunnentroge in ein Becherglas filtrirte, dass nach 14 Tagen, während sich dasselbe mit grünem, aus Infusorien bestehenden Schleime bedeckte, 30 Cubikzoll eines so reinen Sauerstoffgases sich entwickelt hatten, dass sich ein glimmender Holzspahn darin entzündete. Schon 1841 zeigten die Herren A. und Ch. Morren, dass sich aus Wasser unter Mitwirkung organischer Stoffe Gas entwickele, welches bis zu 61 Proc. Sauerstoff enthalte, und dass dieses Phänomen den kleinen grünen und rothen Thierchen (Ehrenberg's Chlamidomonas pulvisculus) zugeschrieben werden müsste (Liebig).

Da nun sich entwickelndes Sauerstoffgas in einer Lösung, welche noch faulende oder verwesende Stoffe enthält, sich mit diesen sofort verbinden und sie zerstören würde, und da (nach Liebig) die Infusorien jene Sauerstoffquelle bedingen, so fragt es sich nur, unter welchen Verhältnissen ein oder einige Bottiche Wasser mit jenen Infusorien in den Fabriken beständig zu conserviren wären, um die von der Kohle aufgenommenen organischen Substanzen durch diese reiche Sauerstoffquelle rascher und energischer zu zerstören. Es scheint daher diese Beobachtung weiteren praktischen Versuchen werth zu sein.

Müller-Pouillet führt S. 524 seines berühmten Werkes an, dass der Einfluss des Lichtes auf die Zersetzung organischer Substanzen sehr auffallend wirke, indem es die Vereinigung des Sauerstoffs der Atmosphäre mit dem Kohlenstoff und Wasserstoff der organischen Körper befördere. Daher denn auch das Bleichen vegetabilischer Farbstoffe namentlich im Sonnenlichte. Auch hierauf wäre bei obigen Versuchen Rücksicht zu nehmen.

Wir gehen nun zur Betrachtung der „trockenen" Gährung über, ein Ausdruck, der übrigens nicht richtig ist, da ohne Feuchtigkeit im völlig trockenen Zustande keine Gährung möglich ist; es ist nur weniger Wasser bei dem Verlaufe dieses Processes vorhanden, als bei dem vorigen, während die Endproducte dieselben sind. Zum Zweck dieses Verwesungsprocesses, in welchem die Producte der Gährung sich allmählich mit dem Sauerstoff der Luft verbinden, wird die feuchte Kohle in niedrigen ausgebreiteten Haufen der Luft ausgesetzt, bei einer dem schnellen Verlaufe des Processes angemessenen Temperatur (25 bis 30° R.). Ein Mangel an Wärme, Kälte verhindert den Verwesungsprocess, wie schon daraus hervorgeht, dass man im Winter beliebig lange Fleisch, Wild etc. ohne Zersetzung aufbewahren kann. Auch eine genügende Menge Feuchtigkeit muss in der Kohle vorhanden sein, um die eingetretene Zersetzung den benachbarten Theilchen mittheilen zu können. Es dürfte ein Begiessen oder Bespritzen der Kohle mit warmem Wasser daher besonders zu Anfang wesentliche Dienste leisten.

Dr. Renner führt (Dingl. polyt. Journ. Bd. CLXVI, S. 295) an, dass die organischen Verunreinigungen der Kohle in Contact mit sich zersetzendem Zucker rascher in den Kreis der Zersetzung gezogen werden. Da die Kohle 5 Proc. Saft in ihren Poren zurückhält (siehe Filtration), so ist also diese Bedingung stets vorhanden, wenn nicht der Zucker z. B. durch Natronlauge vorher zerstört wird.

Der Luftzutritt zur Kohle ist natürlich die wesentlichste Bedingung zur Verwesung. Die Kohle muss daher sehr locker und nicht in zu hohen Lagen geschichtet werden. Eine Höhe von 2 Fuss hat sich praktisch als eine nicht gut zu überschreitende Grenze herausgestellt, es sei denn, dass man durch andere Mittel den Zutritt der Luft erhöht. Einen grossen Fehler begeht man in der Praxis aber dadurch, dass man die Knochenkohle auf dem dichten Fussboden dem Verwesungsprocesse überlässt. Da die Verwesung ein langsamer Verbrennungsprocess ist, so wird sich dabei auch Kohlensäure bilden, welche wegen ihres grösseren specifischen Gewichtes als die atmosphärische Luft sich auf den Fussboden ablagert und den Zutritt derselben zur Kohle verhindert. Ein einfacher Versuch kann die Richtigkeit dieser Ansicht bestätigen. Wenn in einem Fasse mit falschem Boden feuchte Knochenkohle der Verwesung überlassen wird, und man nach einiger Zeit am Boden des Fasses ein Loch macht (oder einen Hahn öffnet), so strömt aus demselben ein Gas aus, welches ein Licht auszulöschen im Stande ist. Es beweist dies nicht nur, dass Kohlensäure gebildet ist, sondern auch, dass dieselbe nach unten auszuströmen trachtet. Wir thun daher ganz wohl, um den Process durch freien Zutritt von Luft zu beschleunigen, der Kohlensäure einen beständigen Abzug nach unten zu gestatten, indem man die Kohle auf geflochtene Hürden (wie man sie früher bei den Pressen benutzte) lagert, oder sogar die Kohle in erster Etage der Verwesung unterwirft.

Die Intensität des Processes giebt sich durch Erhöhung der Temperatur zu erkennen. Es steigt die Temperatur der Kohle oft von 20 bis 40, ja 60° R. und kann sich sogar bis zur Entzündung der Kohle steigern. Diese Gefahr kann man durch Umschaufeln und Auseinanderziehen der Kohle vermeiden. Ist die Temperatur der Haufen bis zu der des Locales wieder gesunken, und hat die Kohle einen reinen Geruch, so kann der Process als beendigt angesehen werden.

Allerdings fordert die trockene Gährung einen Zeitraum von 12 bis 20 Tagen, die nasse Gährung von 6 bis 7 Tagen, also beide entsprechend grosse Kosten für Anlage von Gebäuden und Kohlenvorrath; aber nichtsdestoweniger sind diese Methoden die billigsten, die wir bis jetzt kennen. Zwar sind beide nicht im Stande, die organischen Stoffe vollständig zu zersetzen, so dass wir immer noch genöthigt sind, den Rest derselben auf andere Weise zu zerstören; aber zur Zeit haben wir noch kein besseres Mittel, da die Anwendung der

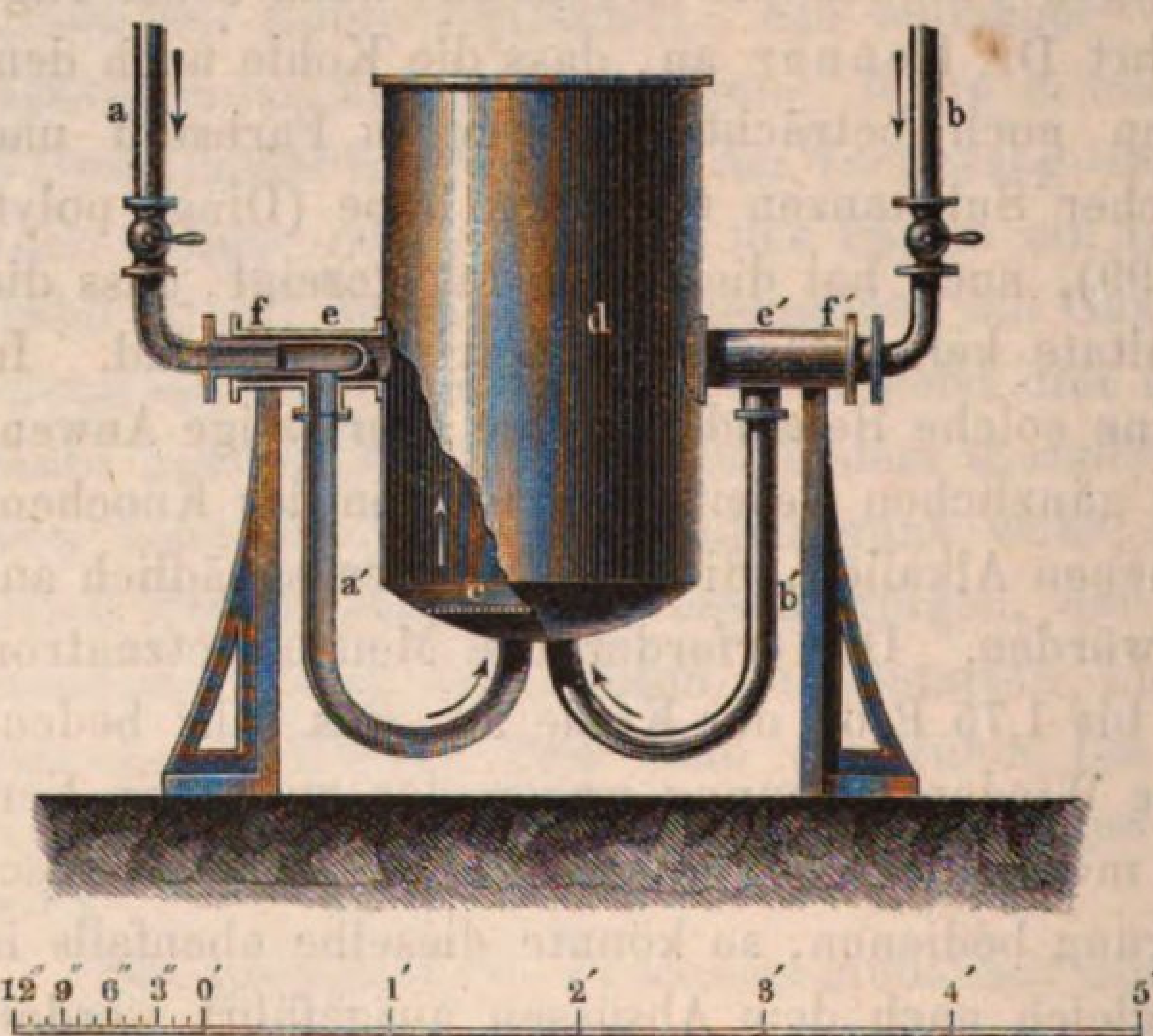
ätzenden und kohlensauren Alkalien theurer ist, und keine besseren Resultate liefert.

Anthon und Pelouze schlugen wiederholt die Anwendung der ätzenden oder kohlensauren Alkalien zur Entfernung der organischen Stoffe vor, da sie nach allen alten (Bussy's) Versuchen die Eigenschaft besitzen, besonders in der Wärme die Farbstoffe aufzulösen, während diese weder von Wasser oder Säuren, noch von Kalk ausgezogen werden. Da die alkalische Lösung sich während des Kochens stark gelb färbt, was als ein auffälliges Zeichen der Wirkung angesehen wird, so behaupten die Anhänger dieser Methode, man könne auf diese Weise in wenigen Stunden das erreichen, wozu sonst Tage gehörten. Dagegen führt Dr. Renner an, dass die Kohle nach dem Auskochen mit Alkalien noch beträchtliche Mengen Farbstoff und Reste anderer organischer Substanzen enthalten habe (Dingl. polyt. Journ. Bd. CLXVI, S. 299), auch hat die Erfahrung gezeigt, dass die dadurch erzielten Resultate keineswegs sehr befriedigend sind. In jedem Falle verlangt eine solche Behandlung eine abermalige Anwendung der Salzsäure zur gänzlichen Beseitigung der von der Knochenkohle dabei aufgenommenen Alkalien, die sonst später schädlich auf den Zucker einwirken würden. Die erforderliche Menge Aetznatron giebt Dr. Renner zu 1 bis 1,75 Proc. der Kohle an, was sehr bedeutend erscheint, da eine Wiedergewinnung wegen der zu hohen Verdampfungskosten nicht möglich ist. Wollte man sich dennoch dieser Methode statt der Gährung bedienen, so könnte dieselbe ebenfalls in den Filtern und zwar gleich nach dem Absüssen ausgeführt werden, worauf man dann gleich Salzsäure zur Lösung der Salze und des Kalkes, sowie des aufgenommenen Aetznatrons folgen liesse. Diese ganze Operation würde sich bei bedeutender Ersparniss an Arbeitskräften in 6 bis 8 Stunden beenden lassen, worauf nur das Waschen und Glühen übrig bliebe. Ein Kochen der Kohle mit kohlensaurem Natron (Soda) ist oft weniger der organischen Substanzen, als des Gypsgehaltes der Kohle wegen erforderlich. Der schwefelsaure Kalk (Gyps) setzt sich mit dem kohlensauren Natron um zu kohlensaurem Kalk und schwefelsaurem Natron, welches letztere löslich und durch sorgfältiges Waschen zu entfernen ist, während der kohlensaure Kalk durch Salzsäure leicht beseitigt werden kann. 1 Theil Gyps erfordert zu seiner Umsetzung 1 Theil 90 bis 95procentiger calcinirter Soda, welches Quantum praktisch verdoppelt wird, um sicherer und rascher zu wirken. Es bleiben für jedes Procent wasserfreien Gypses dann

0,75 Proc. kohlensauren Kalkes in der Kohle, der durch Salzsäure zu entfernen ist (Otto).

In den meisten Fabriken lässt man der Gährung ein Auskochen mit Soda folgen und schreitet erst dann zum Waschen. Indessen pflegt man, wo man sich nicht der Soda bedient, der Gährung doch wenigstens ein Auskochen mit Wasser folgen zu lassen, um die durch Gährung nicht vollständig entfernten Stoffe in einen möglichst gelösten Zustand zu versetzen. Man benutzt dazu mit Vortheil Gefässe von beistehender Construction (Fig. 154), in denen das Wasser durch *a'* von unten in das Gefäss *d* tritt, die ganze auf dem Siebboden *c* ruhende Kohlenschicht durchströmt und oben abfliessend die vielen schmutzigen Theile mit fortführt, während der bei *b'* einströmende Dampf das Wasser beständig im Kochen erhält. Das Gefäss ruht mit den hohlen Achsen *e* in den Lagern *f* und ist durch Umkippen (am besten direct in die Waschmaschine) leicht zu entleeren. Die Kohle wird dadurch nicht so oft geschaufelt und zerkleinert, wie bei dem gewöhnlichen Verfahren, weshalb diese Gefässe sehr zu empfehlen sind.

Fig. 154.



Früher schlug man vor, um der Kohle ihre Wirksamkeit wieder zu geben, dieselbe in einer Art von Filter, Bottich oder dergleichen einfach auszulaugen, um dem bei jeder mechanischen Behandlung der Kohle eintretenden Verluste vorzubeugen, ja man glaubte sogar den Kalk auf diese Weise entfernen zu können, da derselbe in Wasser löslich sei. Allein die Erfahrung hat, wie vorauszusehen war, bestätigt, dass eine solche Auslaugung nicht genügt.

Das Waschen der Kohle.

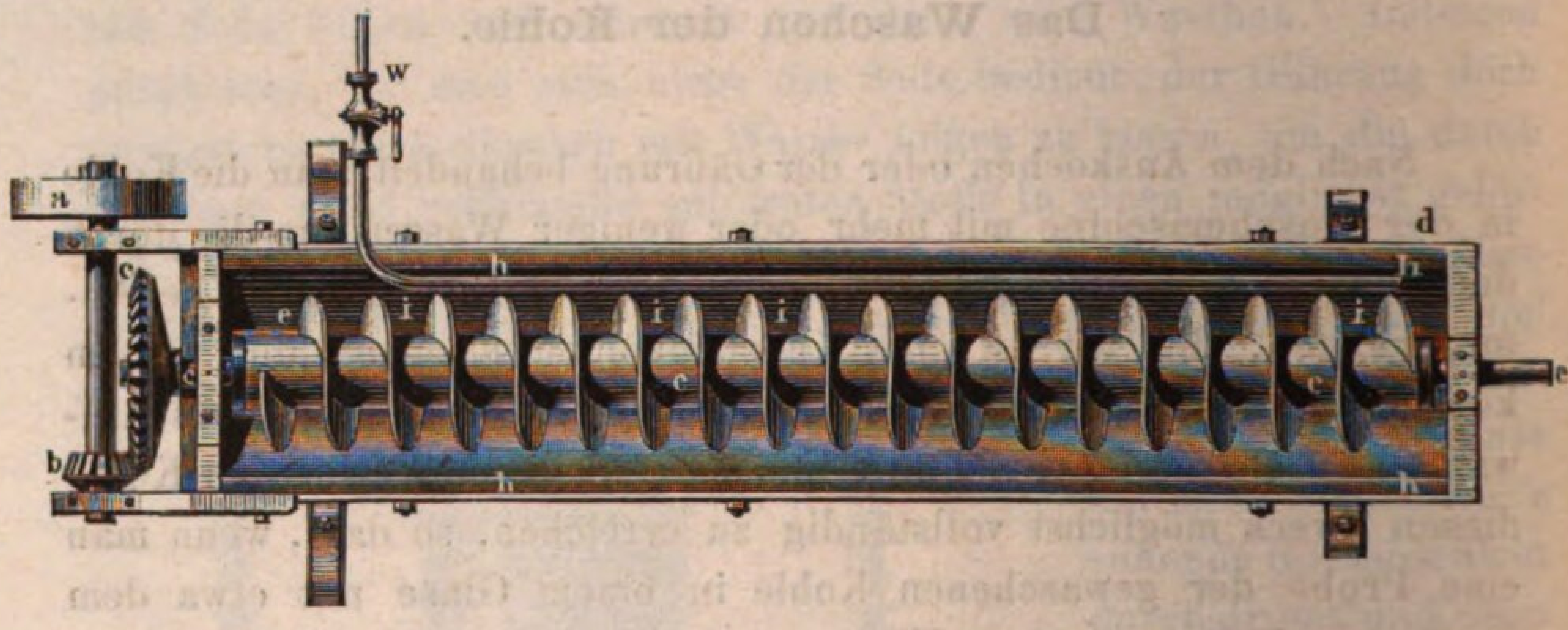
Nach dem Auskochen oder der Gährung behandelt man die Kohle in der Waschmaschine mit mehr oder weniger Wasser, um die durch die Gährung von der Kohle abgelösten Stoffe fortzuspülen. Alle Anforderungen, die wir an eine Knochenkohlenwaschmaschine stellen können, beschränken sich demnach darauf, mit dem geringsten Aufwand an Geld und Arbeitskraft und dem kleinsten Verlust an Kohle diesen Zweck möglichst vollständig zu erreichen, so dass, wenn man eine Probe der gewaschenen Kohle in einem Glase mit etwa dem dreifachen Volumen reinen Wassers schüttelt, dasselbe nicht mehr getrübt wird. Wir wollen nun sehen, wie weit die jetzt gebräuchlichsten Knochenkohlenwaschvorrichtungen diesem Zwecke entsprechen.

Die einfachste Methode ist die Handwäsche. Die Kohle wird dabei in einem flachen Holzkasten mittelst Schaufeln unter Wasser so lange durchgerührt, bis frisch zufliessendes Wasser klar bleibt. Sowohl die Anlagekosten, als auch der durch Abfall entstehende Verlust sind bei dieser Methode ziemlich unbedeutend, dagegen rechnet man 3 Arbeitsschichten auf 100 Ctr. zu waschender Kohle, wozu auch noch ein bedeutender Verbrauch an Wasser kommt.

Man ist daher allgemein zu den Waschmaschinen übergegangen, welche für die doppelte Leistung nur 2 Arbeitsschichten erfordern, und das Princip gemein haben, dass Wasser und Kohle in entgegengesetzter Richtung sich bewegen, daher vielfach in Berührung kommen, also mit einem geringeren Aufwand von Wasser besser wirken. Fig. 155 (a. f. S.) zeigt die obere Ansicht einer solchen höchst einfachen Maschine, Fig. 156 (a. f. S.) die Seitenansicht derselben, aus welcher die geneigte Lage zu ersehen ist. Die zu waschende Kohle wird nun bei *d* in den tiefsten Theil des innen halb cylindrischen Troges *gg* eingeworfen und durch die archimedische Schraube *ii*, welcher mittelst der Welle *c*, den Zahnrädern *c'* und *b* und der Riemenscheibe *a* die Bewegung mitgetheilt wird, nach dem entgegengesetzten höher gelegenen Theile der Maschine befördert, wo sie bei *e* ausgeworfen wird, nachdem sie auf ihrem Gange durch das aus *w* ihr entgegenströmende Wasser, welches endlich bei *d* abfliesst, rein gewaschen war.

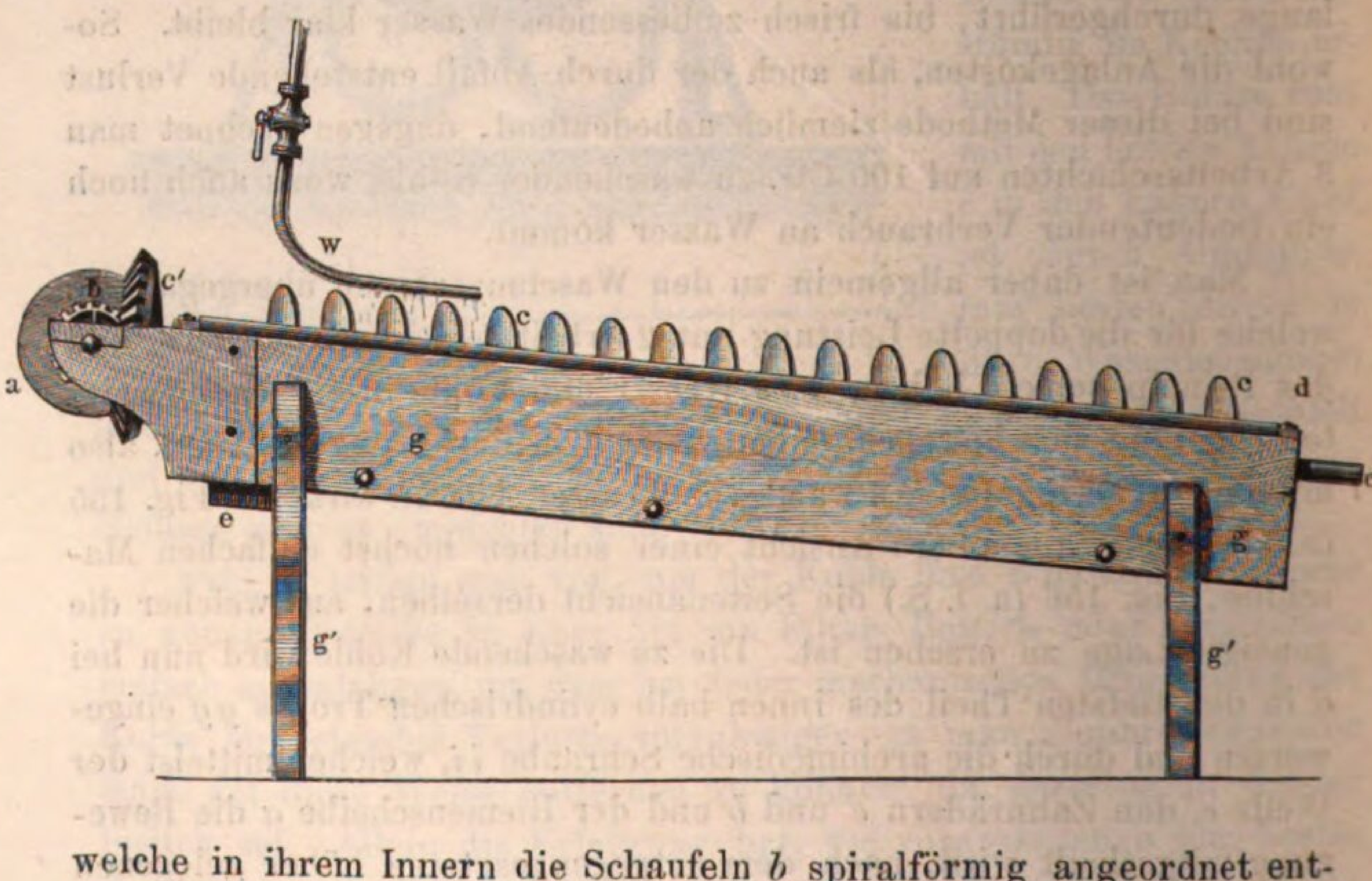
Die Leistung dieser Maschine ist 120 bis 150 Ctr. in 24 Stunden; der Abfall an Kohle jedoch dabei ziemlich bedeutend.

Fig. 155.



Dasselbe Princip ist von Hoffmann in einer anderen Form ausgeführt, welche durch Fig. 157 und 158 (Fig. 158 a. S. 662) versinnlicht wird. Die Stelle des Troges ist hier durch eine Trommel ersetzt,

Fig. 156.



welche in ihrem Innern die Schaufeln *b* spiralförmig angeordnet enthält, so dass die Kohle durch dieselben in die Höhe gehoben, in die nächstfolgende Reihe dieser Schaufeln fällt und sich so ebenfalls dem Wasser entgegen bewegt; die ganze Trommel dreht sich nicht um eine Achse,

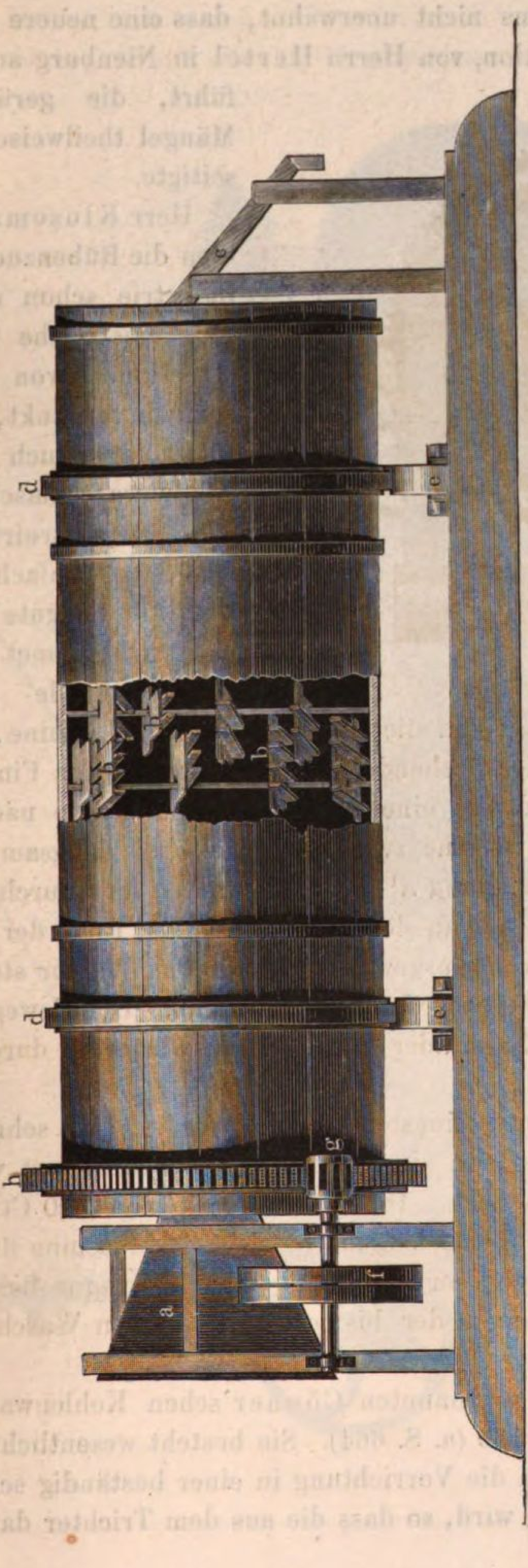
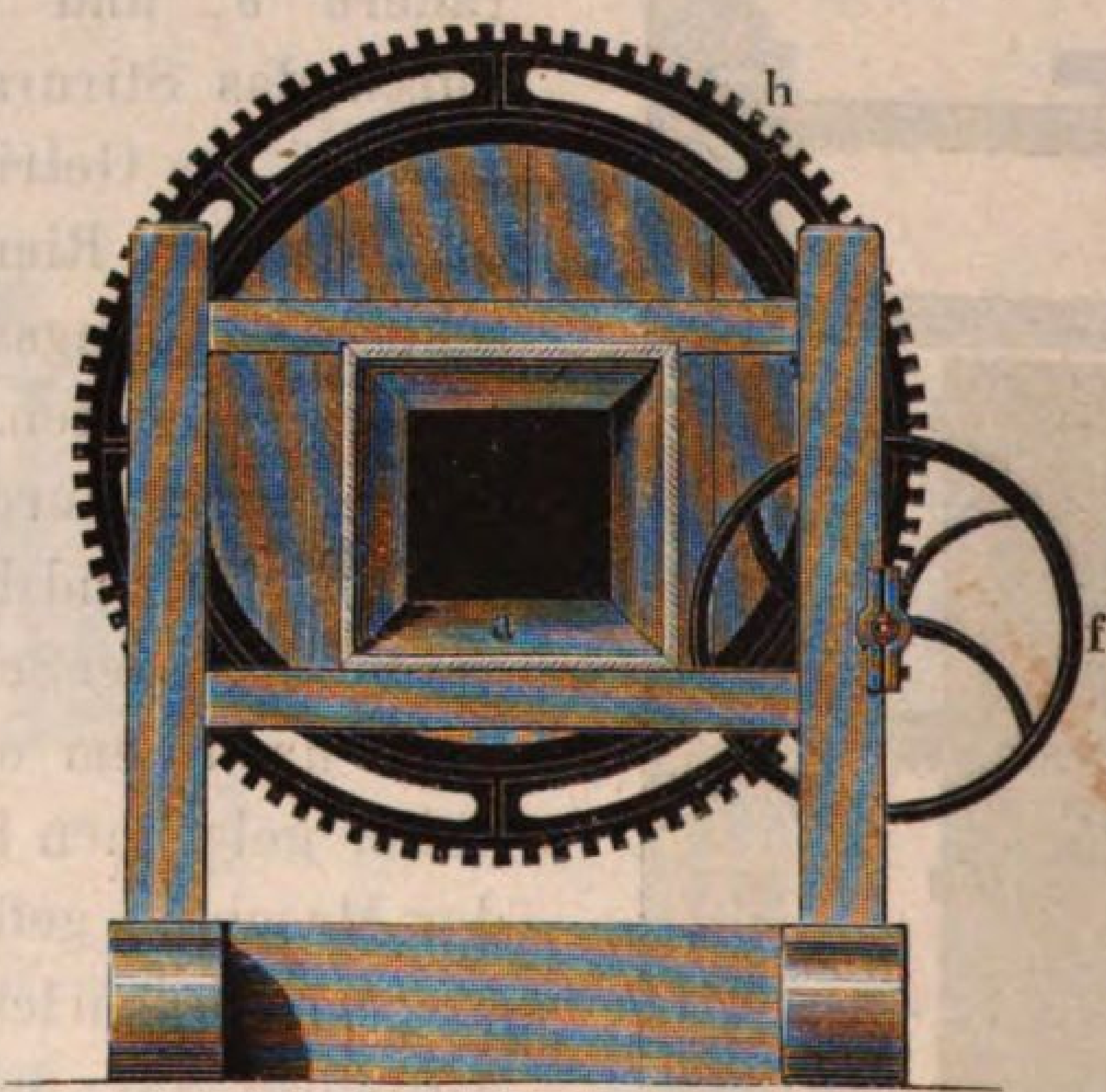


Fig. 157.

sondern mittelst der reifenartigen Schienen *d* auf den Frictionsrädern *e*, und wird durch das Stirnrad *h* mittelst des Getriebes *g* und der Riemenscheibe *f* in langsamer Drehung erhalten. Die Kohle wird durch *a* eingeworfen und durch die Stellung der Schöpfer *b* nach dem etwas höher gelegenen Ende der Maschine geführt, wo sie nach dem letzten Aufheben auf die in die Maschine hineinragende schiefe Ebene *c* fällt, von welcher Seite das Wasser zugleich aus einem auf der Zeichnung nicht angedeutetem Rohre einströmt, um unterhalb *a* auszuströmen. Die Leistung dieser Maschine beträgt 150 bis 180 Ctr. in 24 Stunden. Sie wäscht jedoch von feingekörnter Kohle weniger als von grobgekörnter und hat noch den Nachtheil, dass eine bedeutende Menge feiner Kohle fortgeschwemmt wird, und ein starkes Abschleifen der Kohle

stattfindet. Es sei übrigens nicht unerwähnt, dass eine neuere Verbesserung dieser Construction, von Herrn Hertel in Nienburg ausgeführt, die gerügten Mängel theilweise beseitigte.

Fig. 158.



Herr Klusemann, dem die Rübenzuckerindustrie schon mehrere geistreiche Constructionen von Maschinen verdankt, hat neuerdings auch eine Kohlenwaschmaschine, Fig. 159, construirt, die sich durch Einfachheit, Solidität und gute Wirkung auszeichnet.

Die Kohle fällt durch den Rumpf *a* ebenfalls an die tiefste Stelle der Maschine, von wo eine um die Welle *b* sich drehende Schaufel mit eisernen Fingern *c* sie in die Höhe hebt und von einer geringen Höhe in die nächste Abtheilung *d* fallen lässt, wo eine zweite Schaufel c' sie langsam und behutsam in die dritte Abtheilung d^1 befördert und so fort, durch alle Abtheilungen d^2 d^3 d^4, bis sie an dem höherstehenden Ende der Maschine bei *e* reingewaschen herausgeworfen wird. Das Wasser strömt bei *f* ein, fliesst der Kohle entgegen und bei *g* ab. Die Bewegung der Wellen *b* wird durch Zahnräder bewirkt, die wiederum durch *h* ihre Bewegung empfangen.

Die Maschine giebt den geringsten Abfall, erfordert eine sehr geringe Betriebskraft und ist, da sie ganz aus Eisen construirt wird, keinen Reparaturen unterworfen. Ihre Leistung beträgt 300 Ctr. in 24 Stunden. Nach meinen Versuchen macht sich die Maschine durch den geringeren Verlust an feiner Kohle in einer Campagne bezahlt und kann ich sie als die beste der bis jetzt existirenden Waschvorrichtungen empfehlen.

Die Einrichtung der sogenannten Cönner'schen Kohlenwaschmaschinen erhellt aus Fig. 160 (a. S. 664). Sie besteht wesentlich aus einem Siebe, welches durch die Vorrichtung in einer beständig schüttelnden Bewegung erhalten wird, so dass die aus dem Trichter darauf

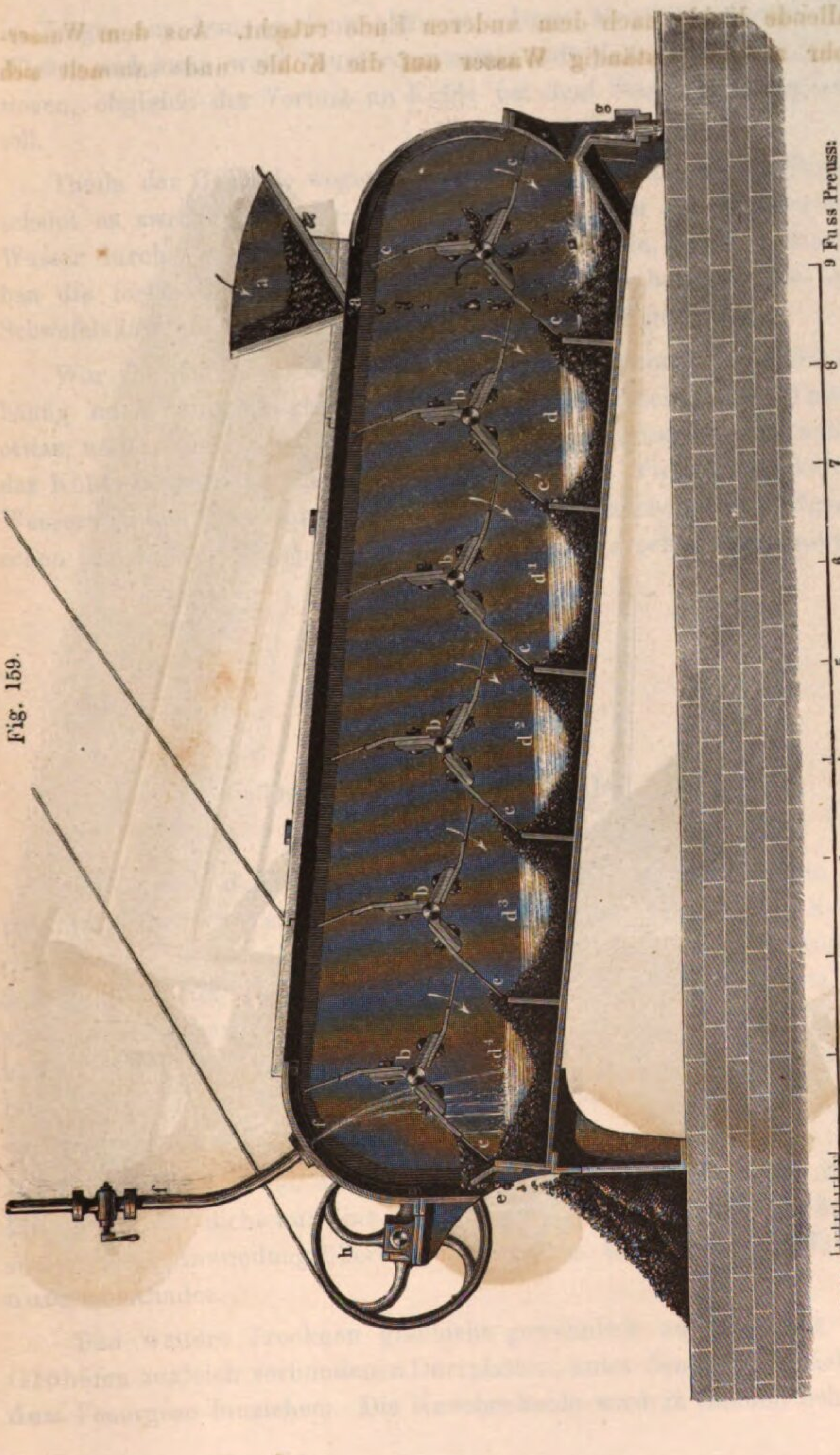


Fig. 159.

fallende Kohle nach dem anderen Ende rutscht. Aus dem Wasserrohr strömt beständig Wasser auf die Kohle und sammelt sich

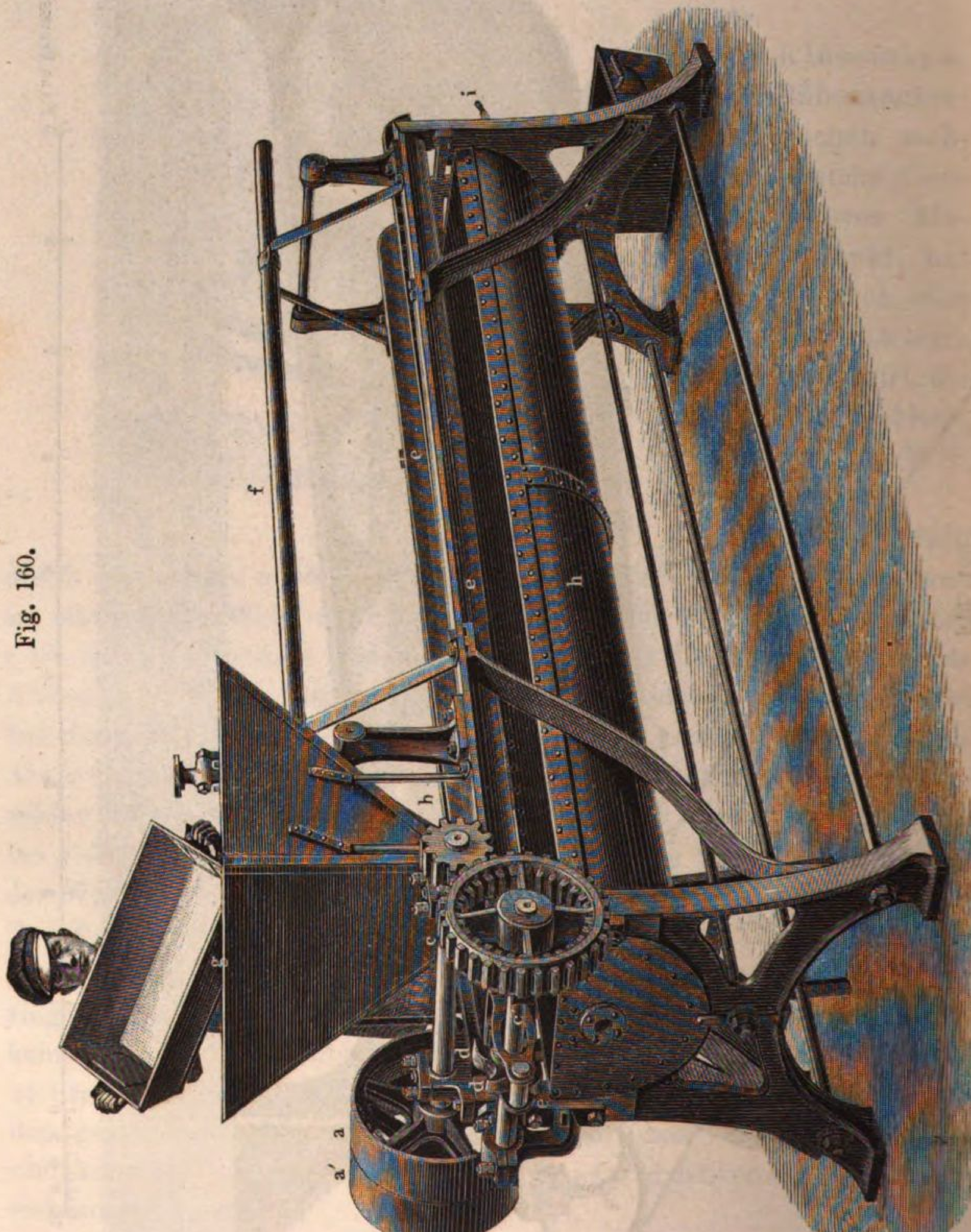


Fig. 160.

im Troge, aus dem es dann abfliesst. Diese Maschine bedarf viel Wasser und kann wohl kaum concurriren mit den obigen Constructionen, obgleich der Verlust an Kohle bei dem Waschen gering sein soll.

Theils der Controle wegen, theils zur Vermeidung von Verlusten scheint es zweckmässig, bei allen Waschmaschinen das abfliessende Wasser durch einen oder mehrere Bottiche zu leiten, damit in denselben die fortgeschwemmten Kohlentheilchen sich absetzen, die mit Schwefelsäure aufgeschlossen einen werthvollen Dünger bilden.

War die Kohle vor dem Waschen nicht ausgekocht, so trübt sie häufig nach einstündigem Liegen das damit geschüttelte Wasser etwas, und es möchte deshalb nach trockener Gährung ein Auskochen der Kohle besonders angezeigt sein, da die kurze Wirkung des kalten Wassers in der Waschmaschine nicht genügend erscheint, alle organischen Substanzen abzuspülen, wenn nicht ein Auskochen vorherging.

Das Glühen der Kohle.

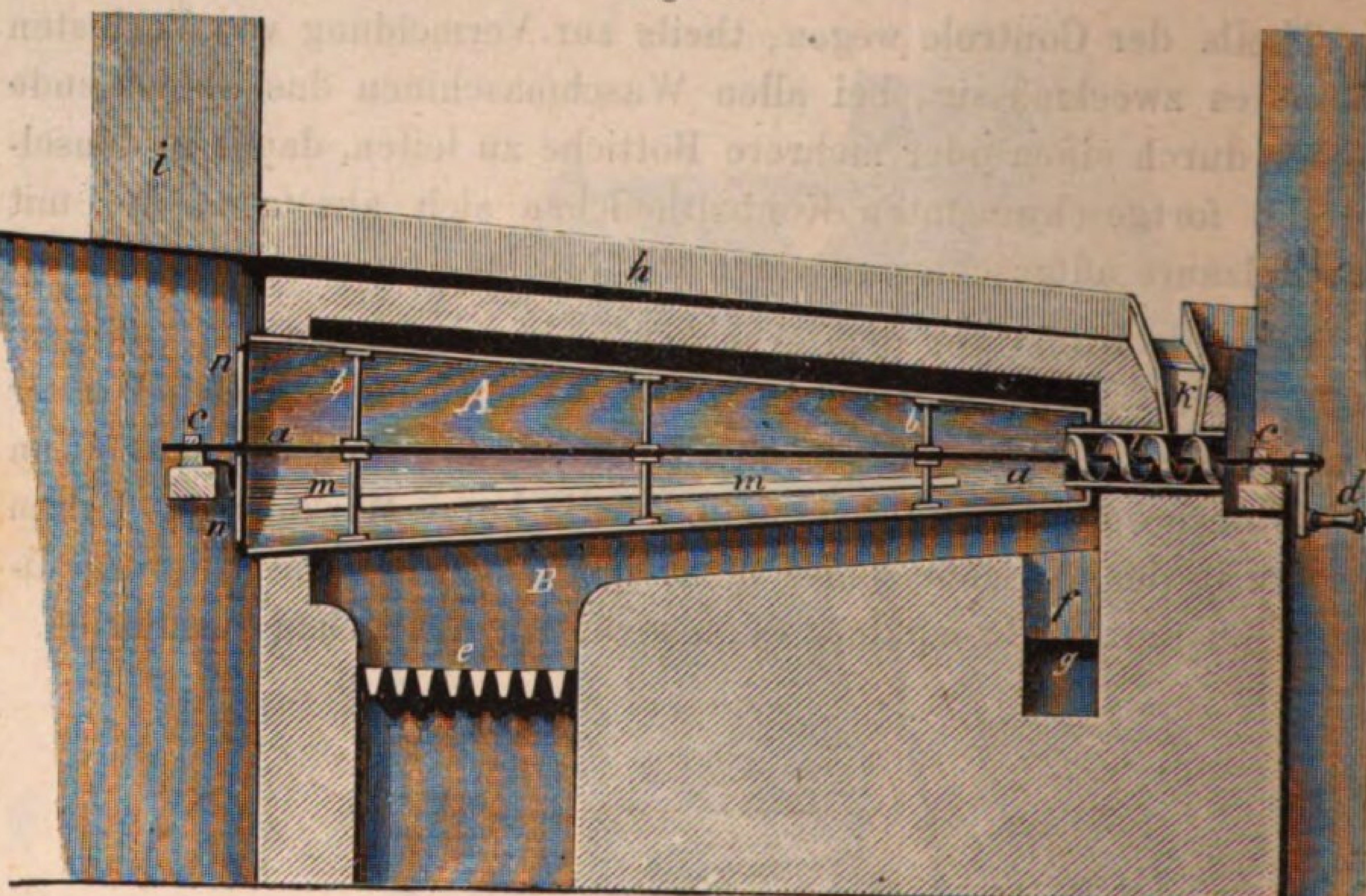
Wenn nach der Behandlung mit Salzsäure durch die vorhin betrachteten Processe alle organischen Stoffe vollständig aus der Kohle entfernt wären, so wäre die Kohle vollständig wiederbelebt und könnte sofort wieder im Filter benutzt werden. Leider haftet aber trotz der chemischen Behandlung ein Rest von organischen Stoffen der Kohle hartnäckig an, und lässt sich nur durch Verkohlung, das „Glühen", beseitigen. Dazu muss indessen die gewaschene Kohle erst vorgewärmt und getrocknet werden.

Das Erwärmen der Knochenkohle geschieht am einfachsten durch Dampf, wobei nicht nur eine Temperaturerhöhung, sondern auch, besonders bei Anwendung überhitzten Dampfes, schon eine Art Trocknung stattfindet.

Das weitere Trocknen geschieht gewöhnlich auf den mit den Glühöfen zugleich verbundenen Darrplatten, unter denen die abziehenden Feuergase hinziehen. Die Knochenkohle wird in dünnen Schich-

ten auf den Darrplatten ausgebreitet und auf eine nicht sehr ökonomische Art von Arbeitern vielfach umgeschaufelt. Eine andere Vorrichtung zum Trocknen der Kohle ist in Fig. 161 dargestellt. Ein

Fig. 161.



Eisenblechkonus *A* ist mittelst der Arme *b* auf der Achse *a* befestigt, die auf den Pfannenlagern *c c* ruht und mittelst der Kurbel *d* in Drehung versetzt werden kann. Das Feuer (oder die abziehende Feuerluft des Glühofens) umspielt den Konus, der durch die Hand oder die Maschine gedreht wird, und trocknet die darin befindliche Kohle. Der Abzug der Feuergase geschieht durch *f* und *g* nach der schräg liegenden Darrplatte *h* und von dort in den Schornstein *i*.

Die Neigung der Darrplatte *h* erleichtert das Heruntergleiten der Knochenkohle, die dann durch den Trichter *k* und den Schneckengang in den hohlen Blechkegel *A* befördert wird, den sie, mehrfach von den Leisten *m* gehoben und gewendet, langsam passirt, und am weiteren Ende *n* desselben herausfällt. Diese Einrichtung kann natürlich die Kohle nur vortrocknen und ist durchaus nicht geeignet, sie zu glühen, wie mitunter behauptet wird.

Dagegen hat der Fabrikant in jedem Falle ein besonderes Augenmerk auf das vollständigste Vortrocknen zu richten. Die Kohle darf nicht mehr dampfen, wenn sie in den Glühapparat gelangt, sonst wird das Glühen zu sehr erschwert, und es könnten auch bei Anwesenheit

(Zu Seite 667.)

Fig. 162

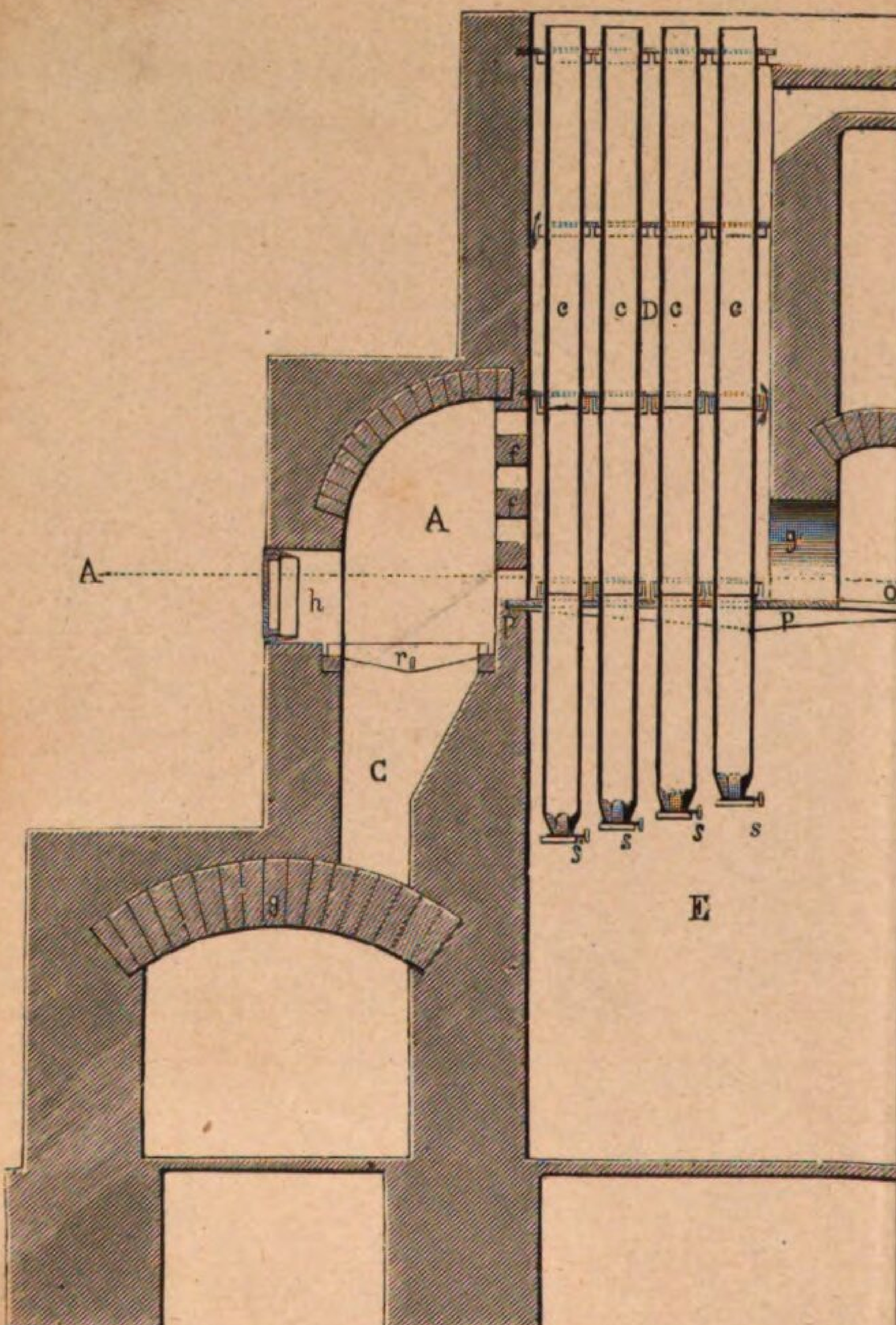
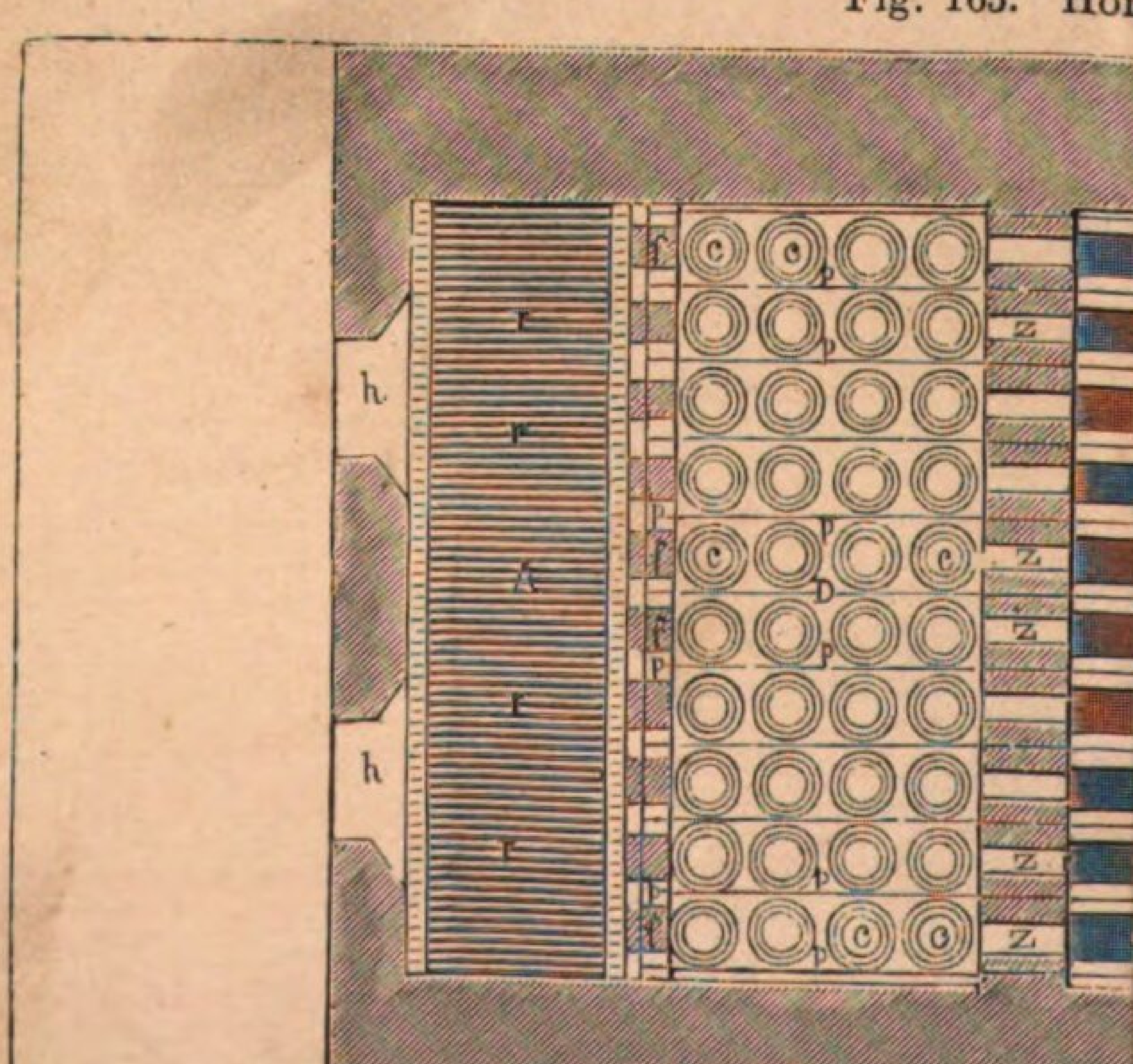


Fig. 163. Hor



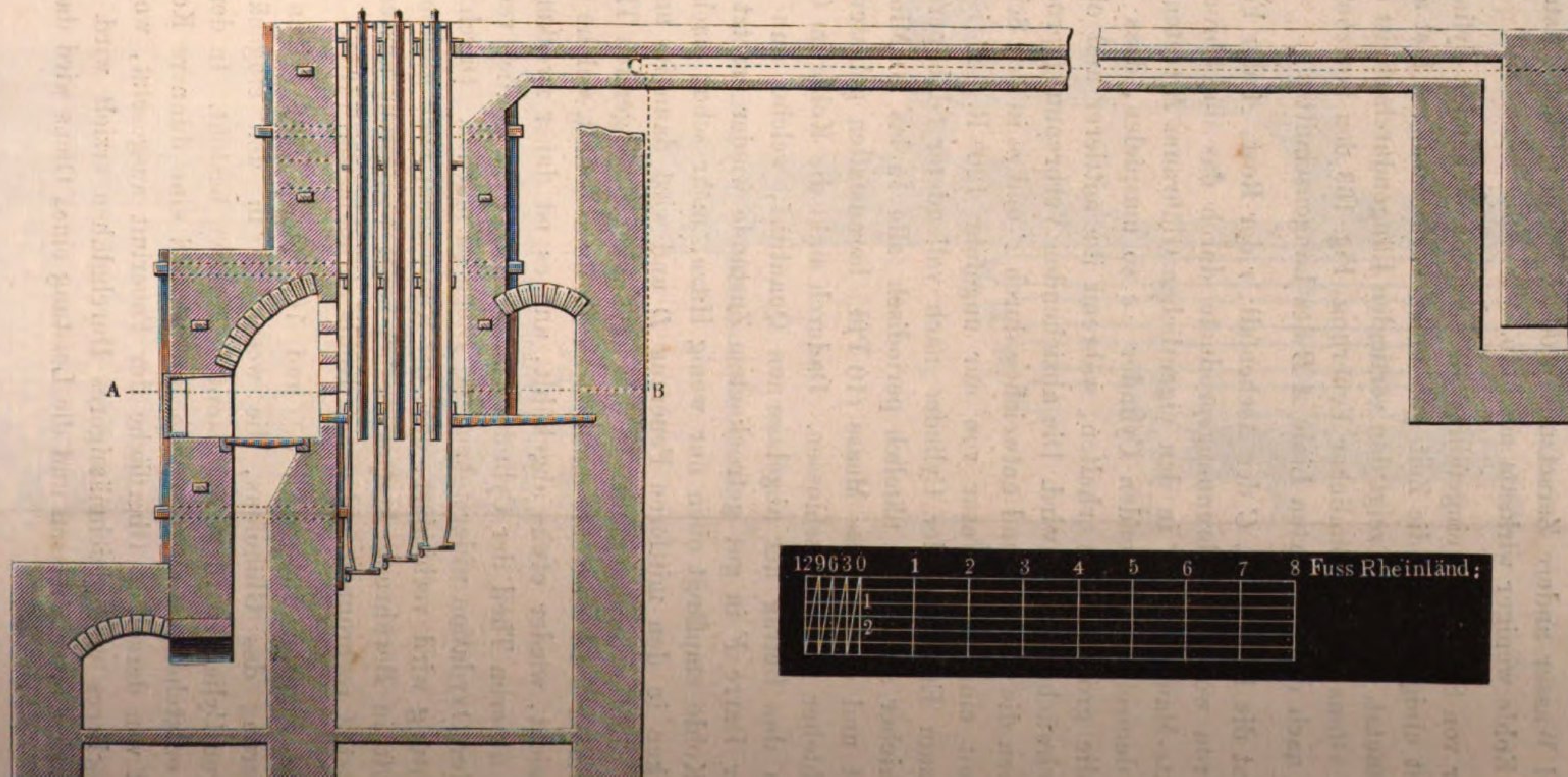
von viel Wasser andere Zersetzungsproducte beim Glühen entstehen, die die Kohle weniger wirksam machten.

Der von Schatten eingeführte Glühofen mit stehenden Cylindern wird mit einigen durch die Zeit gebotenen Veränderungen fast allgemein benutzt. Fig. 162 zeigt den verticalen Längendurchschnitt eines solchen Ofens mit gewöhnlicher Feuerung, Fig. 163 den horizontalen Schnitt nach der punktirten Linie *A B* des Längenschnittes.

h ist die Feuerthür, *C* der Aschenfall, *r* der Rost, *A* der Feuerraum, von wo die Verbrennungsproducte durch das durchbrochene Chamotte-Mauerwerk *ff* in den eigentlichen Glühraum *B* treten und die in demselben hängenden Cylinder *cc* so umspielen, dass diese unten die grösste Hitze erhalten, während ihr mittlerer und oberer Theil schwächer erhitzt wird. Die abziehenden Verbrennungsproducte erwärmen die Darre *F* und entweichen durch *z'* und *m* in den Schornstein mit einer Temperatur von nur ungefähr 120° R. *E* ist ein Raum zum Entleeren der Cylinder nach vollendeter Glühoperation. Die Schieber *ss* werden nämlich periodisch (alle 15 bis 20 Minuten) geöffnet und ein gewisses Maass (10 Pfd.) herausfallen gelassen und der Schieber wieder geschlossen. Dadurch sinkt die Kohle im Cylinder um den Betrag der abgelassenen Quantität, welche nun oben von der Darre *F* in gut getrocknetem Zustande wieder ersetzt wird. Diese Kohle empfängt oben nur wenig Hitze, mehr schon nach dem Vorrücken in den mittleren Feuerzug *D* und wird dann im unteren Raume tüchtig durchgeglüht. In den im Raume *E* hängenden Theilen der Cylinder wird die Kohle dann durch die äussere Luft, welche durch *o* entweicht, wieder etwas abgekühlt, und es ist daher zweckmässig, diesen unteren Theil der Cylinder von dünnerem (womöglich verzinktem, der Oxydation widerstehendem) Blech zu machen. Durch diese Einrichtung wird verhindert, dass die Kohle nicht noch glühend mit der Luft in Berührung kommt, wobei sonst wenigstens aussen der Kohlenstoff verbrennen und weisse Kohle zurücklassen würde.

Die Figuren 164 (a. f. S.) und 165 (a. S. 669) zeigen eine Abänderung des Glühofens, die wesentlich in den eingehängten kleineren Cylindern (dem sogenannten „Kerne") besteht. In dem dadurch entstehenden ringförmigen Raume wird eine dünnere Kohlenschicht von derselben Oberfläche der Feuerluft ausgesetzt, wodurch ein rascheres und gleichmässigeres Durchglühen erzielt wird. Man kann ferner öfter ablassen und die Leistung eines Ofens wird dadurch

Fig. 164.



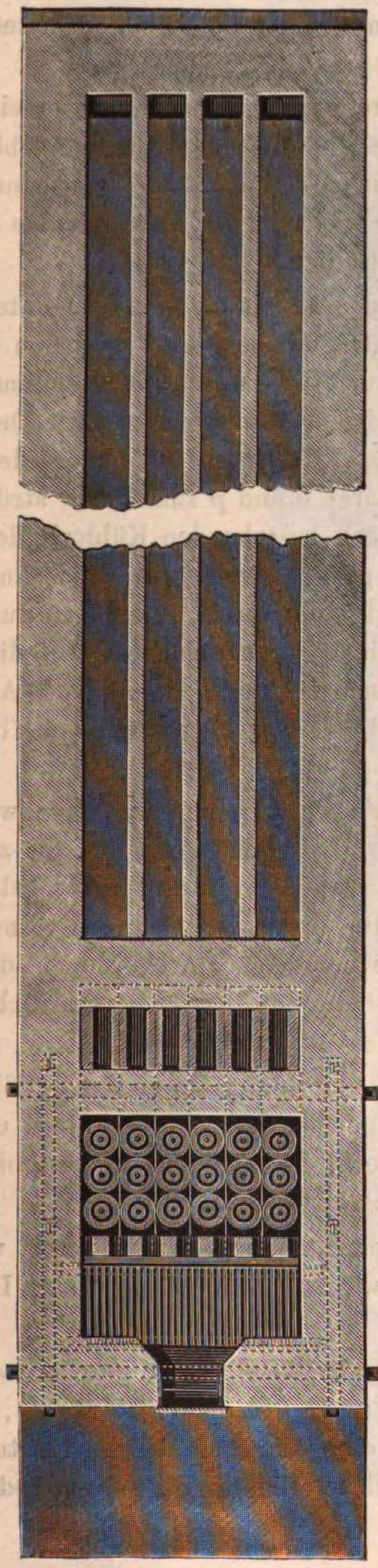


Fig. 165.

nicht nur wesentlich erhöht, sondern auch die Qualität der Kohle entschieden besser.

Die Anordnung von nur 3 Reihen Cylinder hinter einander anstatt 4 oder 5 ist ohne alle wesentliche Bedeutung. Sie könnte sich möglicher Weise nur auf die Annahme gründen, dass die hinteren Cylinder nicht so viel Wärme empfangen, als die vorderen, was aber durchaus nicht der Fall ist, da in dem geschlossenen Glühraume die Hitze sich gleichmässig vertheilt. Jedermann kann sich, wie ich es oft gethan habe, mittelst des Gauntlett'schen Pyrometers, den man in mehreren Röhren tief in die Kohle senkt, davon leicht überzeugen. Daher ist auch jener Vorschlag, die Cylinder anstatt wie hier in geraden Reihen hinter einander zu stellen, dieselben wechselsweise dem Zwischenraume der vorhergehenden Reihe entsprechend anzuordnen, vollständig unbegründet, und würde dadurch nur das Entfernen der Flugasche zwischen den Cylindern sehr erschwert werden. Dagegen sind aber die flachgedrückten (oder länglich runden) Cylinder von geeigneten Dimensionen ebenso vortheilhaft als die mit eingehängten Cylindern („Kernen"). Sie bieten der Feuerluft eine grosse Berührungsfläche bei nur geringer Schichte der Kohle

dar und zwar mit einem Aufwand von weniger Constructionsmaterial als die anderen Oefen.

Ebenso ist die Anlegung eines Treppen- oder noch besser eines Lang'schen Etagenrostes anstatt eines Planrostes sehr zu empfehlen, da dieselben eine zu allen Zeiten möglichst gleichmässige Verbrennung bewirken, was für die Glühöfen um so wichtiger ist, da die Kohle dabei eine sehr gleichmässige Glühung erfährt.

In Fig. 166 ist ein solcher Glühapparat mit Lang'schem Patentrost dargestellt. *f* sind feuerfeste Steine, welche genau vor jeden Cylinder gestellt sind und denselben so vollständig gegen die Stichflamme schützen. Die Cylinder *ccc* sind flachgedrückt, wie der ovale Querschnitt *G* zeigt. *C* ist der Aschenraum, der vorn mit einer Blechthür geschlossen ist, damit die Luft durch *o* und *p* zum Feuer ströme und auf diesem Wege die aus Eisenblech bestehenden Kühlcylinder *s* umstreiche. Das Blech *v* ist in der ganzen Breite des Ofens angebracht, um die Luft zu zwingen, durch *o* einzutreten, und den durch Pfeile bezeichneten Weg um die Cylinder *s* zu nehmen. Auf diese Weise sind die Arbeiter in *E* vollkommen gegen die belästigende Ausstrahlung der Hitze geschützt, *tt* sind Löcher zum Entfernen von Flugasche zwischen den Cylindern.

Von Siemens ist (in Muspratt's Chemie) vorgeschlagen worden, in den Feuerraum *A* zwei grössere Cylinder zu hängen, die zum Glühen der Knochen dienen könnten, wobei die daraus entwickelten Gase in das Feuer strömen und den Brennmaterialverbrauch vermindern würden; aber es fragt sich, ob nicht ein Durchbrennen dort leicht stattfinden und öftere Unterbrechung des Betriebes verursachen würde.

Wahrscheinlich könnte man aber einen oder einige der gewöhnlichen Cylinder zum Brennen der Knochen ganz gut benutzen und leicht ein Rohr zum Einleiten der Gase in das Feuer anbringen, ohne dass dadurch die Construction zu complicirt würde.

Nachdem wir so einige der allgemeineren Constructionen von Glühöfen besprochen haben, wollen wir zur Betrachtung ihrer Leistung übergehen.

Wenn alle 20 Minuten aus 1 Cylinder 10 Pfd. Kohle gezogen werden, so liefert 1 Rohr in der Stunde 30 Pfd. geglühte Kohle, in 24 Stunden daher 720 Pfd., was als eine durchschnittliche Leistung angenommen wird. Für 1000 Ctr. täglicher Rübenverarbeitung bedarf

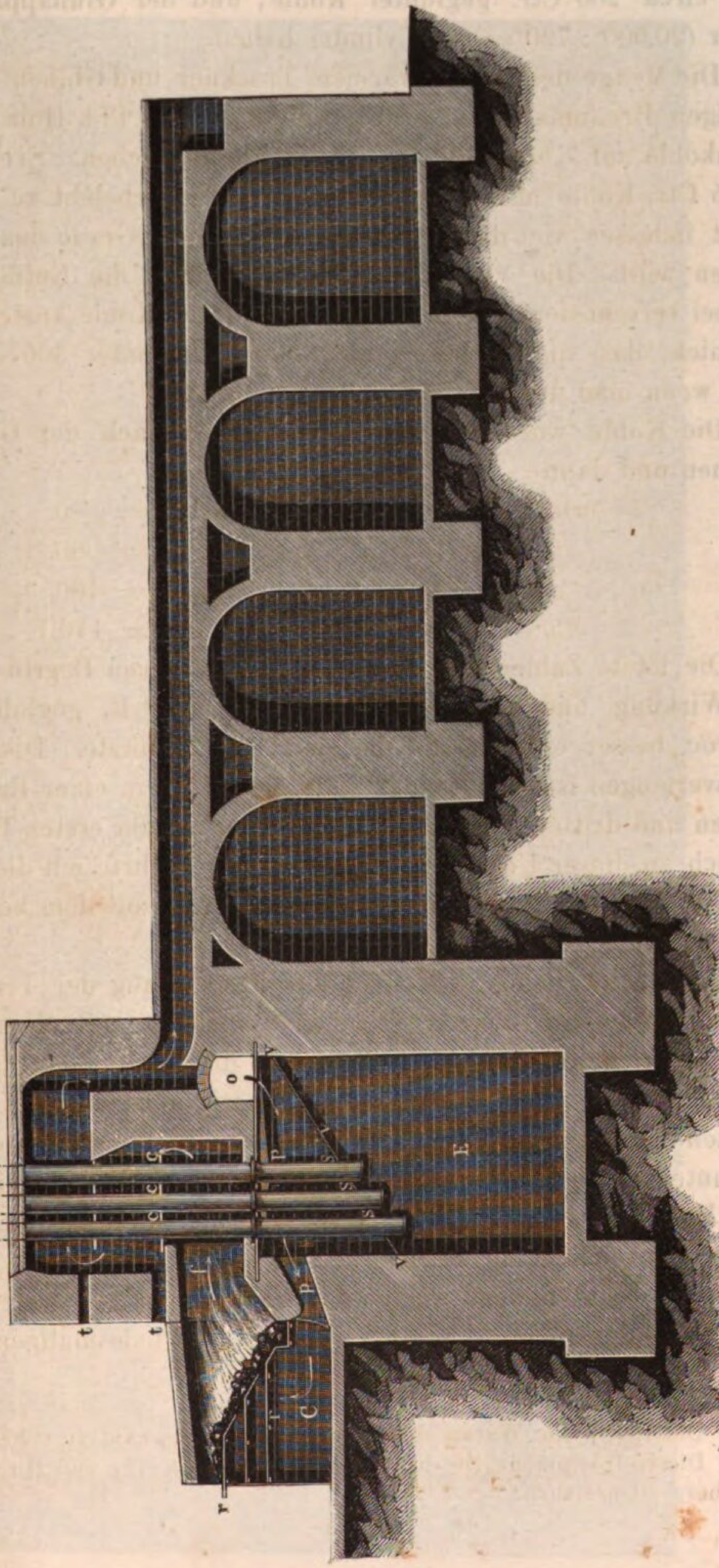


Fig. 166.

man circa 200 Ctr. geglühter Kohle, und der Glühapparat müsste daher (20,000 : 720 =) 30 Cylinder haben.

Die Menge des zum Erwärmen, Trocknen und Glühen der Kohle*) nöthigen Brennmaterials wird gewöhnlich zu 2 Pfd. Holz oder 1 Pfd. Steinkohle auf 7 bis 9 Pfd. Knochenkohle angegeben. Siemens giebt an, 5 Ctr. Kohle mit 1 Ctr. guten Torfs wiederbelebt zu haben. Es hängt indessen viel davon ab, bis zu welchem Grade das Glühen getrieben wird. Die Versuche, welche ich über die Entfärbungskraft der bei verschiedenen Temperaturen geglühten Kohle anstellte, belehrten mich, dass die Glühtemperatur nicht viel unter 300° R. betragen darf, wenn man des Erfolges sicher sein will.

Die Kohle wurde bei diesen Versuchen nach der Gährung gewaschen und dann

erhitzt bis	100° R.;	sie	entfärbte	=	80.
„ „	163°	„	„ „	=	90.
„ „	252°	„	„ „	=	100.
„ „	340°	„	„ „	=	110.

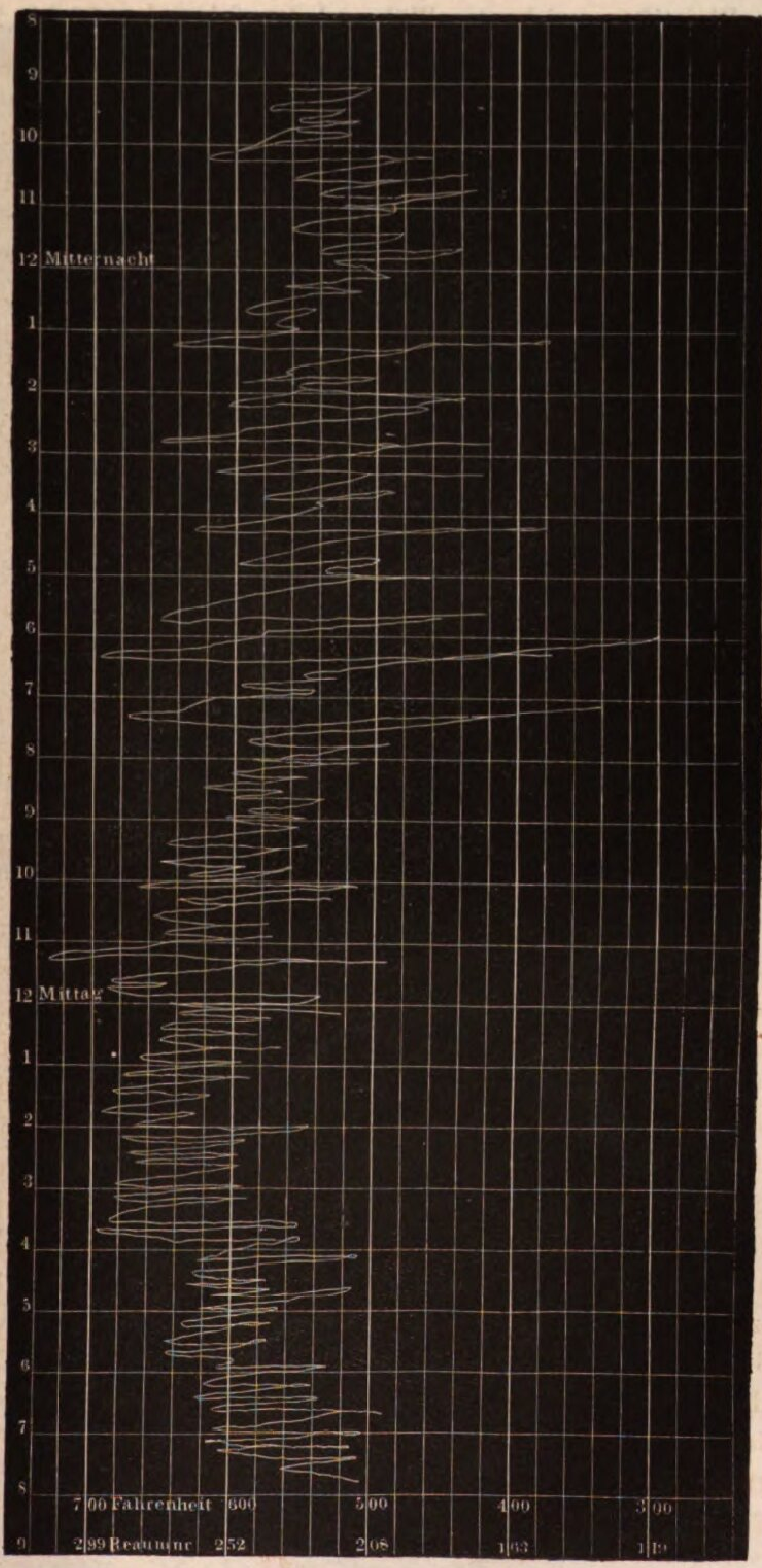
Die letzte Zahlenreihe giebt einen ungefähren Begriff der relativen Wirkung und zeigt, dass Kohle bis 340° R. geglüht, beinahe 40 Proc. besser entfärbt als die bis 100° R. erhitzte. Dieses Entfärbungsvermögen ist anhaltender und namentlich in einer Raffinerie am zweiten und dritten Tage noch auffallender als am ersten Tage. Nachdem ich zu dieser Ueberzeugung gekommen, führte ich die Erhitzung bis 300° R. in der Raffinerie zu Smela ein, und mit dem besten Erfolg in Bezug auf Qualität der Verkaufswaare.

Das Mittel, dessen ich mich zur Feststellung der Temperaturen bediente, war ein Gauntlett'sches Pyrometer, mit einer Uhr und Schreibvorrichtung derart versehen, dass das Instrument**) den Grad der Glühung zu jeder Tageszeit selbstthätig aufzeichnete. Das dabei erhaltene Resultat ist in Fig. 167 dargestellt. Rechts sind die Stunden, unten die Temperaturgrade bemerkt. Der Papierstreifen ist auf einer Rolle befestigt, welche sich in 24 Stunden einmal umdreht. Das Instrument zeichnet die Striche selbst, indem der Bleistift mehr nach der linken Seite bewegt wird, wenn die Temperatur steigt, dagegen mehr nach der rechten, wenn sie sinkt. Bei jedesmaligem Abziehen

*) Die specifische Wärme der Kohle giebt Muspratt zu 0,2608 an.

**) Dieses Instrument ist durch die Herren Schäfer und Budenberg in Magdeburg zu beziehen.

Fig. 167.



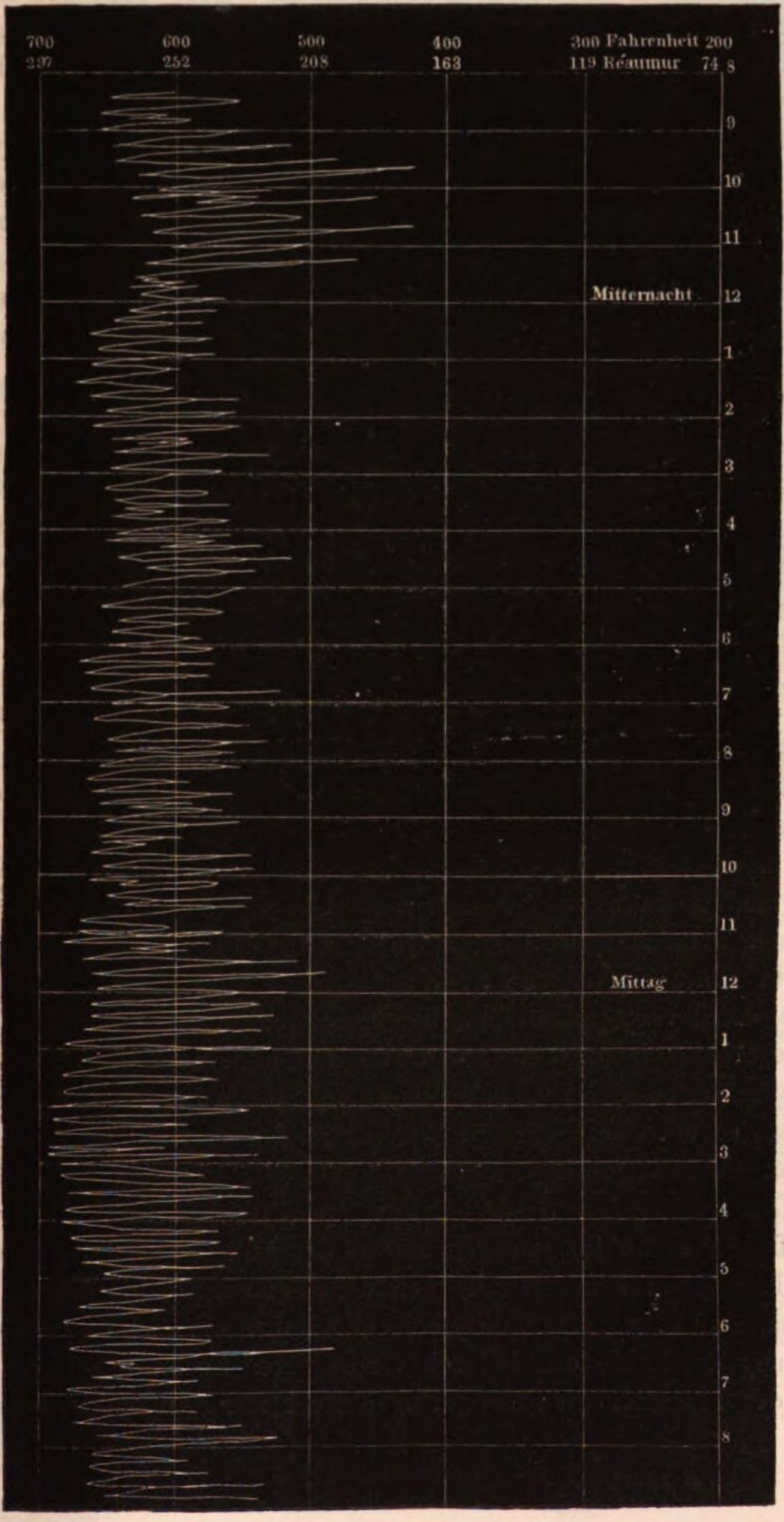
8
9
10
11
12 Mitternacht
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12 Mittag
1
2
3
4
5
6
7
8
700 Fahrenheit 600 500 400 300
9
299 Reaumur 252 208

wird durch die herabfallende kältere Kohle die Temperatur erniedrigt, was der Bleistift anzeichnet. Während der folgenden 20 bis 25 Minuten steigt die Temperatur wieder, und der Bleistift bewegt sich wieder nach der anderen Seite. Aus dieser von dem Instrumente verrichteten Aufzeichnung erhellt, dass, je nachdem das Feuer besser oder schlechter regulirt war, die Kohle bei sehr verschiedenen Temperaturen geglüht wurde, und also auch der Effect derselben in den Filtern dem entsprechend sein musste. Seit jener Zeit wurde dem Arbeiter, der in dem Instrumente eine strenge Controle seiner Unachtsamkeit fand, aufgetragen, die Knochenkohle nur dann abzulassen, wenn sie wenigstens bis 270° R. erhitzt wäre. Diese Arbeit wurde entschieden regelmässiger, wie in der beifolgenden mechanischen Aufzeichnung, Fig. 168, zu ersehen, und die Folgen davon in der Filtration waren die erfreulichsten, die man nur erwarten konnte, so dass dies Verfahren namentlich allen Raffinerien und Saftmelisfabriken anzurathen ist, da die Auslagen höchst unbedeutend sind.

In Dingler's polyt. Journal, Bd. CLXII, Heft 1, habe ich eine Vorrichtung angegeben, durch die selbst das Abziehen mechanisch bewerkstelligt werden könnte.

Die Temperatur von ungefähr 300° R. wird von Vielen als zu hoch angesehen, und behauptet, die Kohle sintere dabei förmlich zusammen und werde hart, weniger porös etc. Dem muss ich entschieden widersprechen und stütze mich dabei auf jahrelange praktische Erfahrungen. Ich will nicht läugnen, dass eine grössere Hitze schädlich einwirkt, und noch weniger behaupten, dass bei der gewöhnlichen nachlässigen Art, die Knochenöfen nur nach der Zeit zu bedienen, nicht oft ein weit höherer Hitzegrad veranlasst wird, da nur die Farbe der Cylinder als Controle dient. Meiner Ansicht nach ist es unrichtig, die Erklärung des allerdings oft vorkommenden Zusammensinterns und Porzellanartigwerdens der Kohle in einer zu starken Hitze zu suchen. Die Kohle wird mit jener porzellanartigen Hülle nur dann überzogen, wenn sie mit gewissen fremdartigen Stoffen zusammen einer hohen Temperatur ausgesetzt wird. Es ist also nicht die letztere der Grund, dass die reinere Kohle der Raffinerien nie dieses Verhalten zeigt, sondern es ist die Beimischung der fremden Stoffe, welche, wie z. B. die kieselsauren Verbindungen mit Alkalien etc., leicht schmelzen und die Poren der Kohle verstopfen. Die Incrustirung der Thierkohle ist also nicht dem Glühofen, sondern der unvollständigen Reinigung der Kohle von solchen Verbindungen vor dem Glühen

Fig. 168.


700
297
600
252
500
208
400
163
300 Fahrenheit 200
119 Réaumur 74
8
9
10
11
Mitternacht
12
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
Mittag
12
1
2
3
4
5
6
7
8

zuzuschreiben. Ebenso kann 1 Theil Gyps beim Glühen fast 4 Theile Kohle zerstören. Befreit man daher die Kohle von Gyps und Kieselsäure durch Kochen mit kohlensaurem Natron und darauf folgende Behandlung mit Salzsäure, so werden die Glühöfen auch gute Kohle liefern. Die Kohle wird nach dem Glühen vortheilhaft der Luft möglichst ausgesetzt, sie kühlt dabei rascher ab, nimmt Kohlensäure aus der Luft auf und wirkt dann (nach Anthon) besser. Das Aufbewahren in Dämpfern ist gar nicht nöthig, denn die grössten Etablissements Russlands arbeiten ohne Dämpfer recht gut.

Da reingewaschene Kohle nach dem Glühen das Wasser wieder sehr schmutzig macht, so dürfte ein nochmaliges Waschen nach dem Glühen zu empfehlen sein.

Der Abfall, der bei den Wiederbelebungsprocessen der Knochenkohle entsteht, beläuft sich je nach der grösseren oder geringeren Feinheit der Körnung derselben, je nach den schlechteren oder besseren Hülfsmitteln dabei auf 1,2 bis 2,5 Proc., so dass 100 Theile Kohle, die den zehnten Tag wieder in den Filter gelangen, in einem Monate mithin dreimal gebraucht werden, in der Dauer einer Campagne von 4 Monaten (12 . 1,2 bis 2,5 =) 14,4 bis 30 Proc. Verlust geben. Da nun 1000 Ctr. Rüben 200 Ctr. Kohle jedesmal erfordern, so beläuft sich der Verlust an Kohle für dieses Quantum auf 30 bis 60 Ctr. Kohle.

Die Kohle wird, da das specifische Gewicht der alten gebrauchten Kohle leider, aus oben mitgetheilten Ursachen, immer grösser wird, nicht nach Gewicht, sondern nach Maass in Rechnung gestellt. Nichtsdestoweniger kann man, wie sonst im Geschäftsleben, nach Gewicht rechnen, wenn man den Cubikfuss beständig zu 60 Pfd. annimmt. Man täuscht sich übrigens sehr, wenn man glaubt, ein gleiches Maass Kohle wirke gleich viel, indem die schlechtere Qualität durch ihr grösseres Gewicht balancirt würde. Das hiesse mit anderen Worten: weil die Kohle schon so viel fremde Stoffe aufgenommen hat, dass sie schwerer ist, so muss sie auch mehr absorbirend wirken! Das Unrichtige solcher Folgerungen liegt nahe.

Die Kosten der Wiederbelebung pro 100 Pfd. Kohle (oder von 1,66 Cubikfuss Kohle) betragen, Zinsen der Anlage und der Kohle mit gerechnet, je nach den Oertlichkeiten in Summa $2^1/_2$ bis 4 Sgr., doch darf man nicht vergessen, dass bei guten Rüben eine schlechte Wiederbelebung der Kohle die dadurch verursachten Kosten durch den mittelst der Filtration erzielten geringen Mehrertrag an Zucker kaum zu

decken im Stande ist, während eine vorzügliche Qualität der Kohle auch pecuniäre Vortheile verschafft.

Die Bestimmung der Qualität, sowie des Kalk- und Gypsgehaltes der Kohle.

Die einfachste Werthbestimmung der Knochenkohle scheint für den Praktiker in dem specifischen Gewichte der Knochenkohle zu liegen. Neue Kohle ist bekanntlich leicht, während gebrauchte und von den aufgenommenen Substanzen unvollständig befreite (nicht gut wiederbelebte) Kohle immer schwerer ist als neue. Vorausgesetzt, dass die Kohle in gleichem Zustande der Trockenheit und Körnung gebracht ist, so wird die Kohle also für um so wirksamer zu halten sein, je leichter sie ist. Eine gleiche Körnung lässt sich leicht durch zwei Siebe herstellen, von denen das eine die gröberen Theile zurückhält, das andere die feineren durchfallen lässt.

Bei einigen Versuchen mit gleichen Raumtheilen gleich trockener Kohle von gleicher Körnung erhielt ich folgende Resultate:

1. Neue Kohle in G. wog 232 Gramme.
2. „ „ „ K. „ 251,5 „
3. Wenig gebrauchte gute Kohle wog . . . 285 bis 309 Gramme.
4. Gebrauchte schlechte Kohle wog 354 „ 355 „
5. „ „ „ „ 366 „ 369 „

In diesen Zahlen zeigt sich ein so grosser Unterschied, dass eine oberflächliche Beurtheilung darauf schon basirt werden kann.

Macht man die Bestimmungen statt mit so kleinen Mengen mit grösseren Gemässen, so wird der Unterschied noch deutlicher und kann bei einem Cubikfuss Kohle 20 Pfd. und mehr betragen.

Ebenso kann man eine bestimmte Menge, z. B. 100 Gramme Kohle, abwägen und sie in einen Glascylinder (von wenigstens 1″ Weite) schütten, der in Cubikcentimeter oder dergleichen getheilt ist. Neue Kohle nimmt dann natürlich mehr Raum ein, als ein gleiches Gewicht gebrauchter und specifisch schwererer Kohle.

Dadurch erhält man allerdings einen ungefähren Begriff von der

Menge der noch darin enthaltenen fremden Stoffe. Worin diese aber bestehen, ob sie Kalk, Gyps etc. sind, muss eine fernere Untersuchung lehren, die sich übrigens nicht nur auf die chemische Ermittelung jener Stoffe erstrecken, sondern meiner Meinung nach auch die physikalische Structur der Kohle ins Auge fassen sollte. Ich halte es nämlich nicht für unwahrscheinlich, dass die Kohle durch Glühen bei allzu hohen Temperaturen zusammensintere und diese mechanische Verstopfung ihrer Poren auch ihre Absorptionsfähigkeit vermindere. Eine genaue Untersuchung der Structur von neuer und gebrauchter Kohle durch die Lupe oder das Mikroskop scheint mir daher interessant, doch erhielt ich leider die darauf bezüglichen Zeichnungen nicht mehr für dieses Werk, und ich bedaure daher, diese Seite des Gegenstandes hier ganz unerörtert lassen zu müssen.

Bestimmung des Kalkgehaltes der Kohle.

Von allen Stoffen, welche die Kohle aufgenommen hat, wird meist nur der Kalk (und Gyps etwa) ins Auge gefasst, und man hat sich daher bemüht, ausserordentlich viele Methoden zur Bestimmung der aufgenommenen Kalkmenge aufzufinden.

Da der Fabrikant aus den Bestimmungen der Alkalinität der Säfte vor und nach der Filtration stets genauen Aufschluss über die Menge des von der Kohle aufgenommenen Kalkes etc. hat, so sind begreiflich alle Methoden und Apparate zur Bestimmung des Kalkes in der Kohle insofern von geringerer Wichtigkeit, als sie erst in zweiter Linie bei Beurtheilung schon vorhandener alter Kohle oder dergleichen in Betracht gezogen werden können. Da nun der Kalk in den oberen Schichten der Kohle viel stärker sich anhäuft, als in den unteren, so entsteht die schwer zu beantwortende Frage: Woher soll man die Kohle zur Untersuchung nehmen, oder in welchem Verhältniss soll man die von mehreren Stellen des Filters genommenen Proben mischen, um ein richtiges Resultat zu erhalten? Da nun diese Fragen der Natur der Sache nach nicht genügend beantwortet werden können, so wird selbst die Genauigkeit der Kalkbestimmungsmethoden für den praktischen Betrieb mehr oder weniger illusorisch.

Nur um nach der Campagne den mehr aufgenommenen Kalk in der Kohle zu bestimmen, könnten diese Methoden dienen, indem von vielen Stellen der grösseren Haufen eine Probe genommen würde und viele Proben ein Durchschnittsresultat geben; sie dürften jedoch weit

zuverlässigere Resultate geben, wenn die von mir vorgeschlagene rationelle Sättigung des Kalkes (im Filter) ausgeführt würde.

Obschon ich also es für einfacher und sicherer halte, den aus den Säften entfernten Kalk gleich aus der verminderten Alkalinität derselben zu bestimmen, so wollen wir doch des allgemeinen Interesses wegen die Methoden zur Bestimmung des wirklich aufgenommenen Kalkes näher betrachten.

Schatten empfahl dazu zuerst die verdünnte Essigsäure, welche den von der Kohle absorbirten Kalk löst (die Knochenerde aber nicht angreift), und daher um so specifisch schwerer wird, je mehr Kalk sie aus der Kohle gelöst hat, der als essigsaurer Kalk in Lösung ging.

Um jedoch aus der grösseren oder geringeren specifischen Schwere auf eine dem entsprechende bestimmte Kalkmenge zu schliessen, muss das Gewicht der Kohle ein bestimmtes, sowie das specifische Gewicht des Essigs ein bekanntes sein. Schatten empfiehlt 8 Loth (120 Grm.) der von mehreren Stellen der Haufen entnommenen Kohle fein zu pulvern und dann mit 16 Loth (240 Grm.) der bis 0° an seiner Spindel, Fig. 169, verdünnten Essigsäure zu übergiessen, umzurühren und so lange bei 60° R. zu erhalten, bis das Aufbrausen aufhört. Dann lässt man die Masse abkühlen, ersetzt die verdunstete Menge Essigsäure und filtrirt. Das farblose Filtrat prüft man dann mittelst der Schatten'schen Spindel (welche Fig. 169 in $^1/_4$ der Grösse darstellt). Der Punkt der Scala, bis zu welchem dieses Aräometer eintaucht, zeigt in Procenten den Gehalt der Kohle an kohlensaurem Kalk. Der Nullpunkt dieser Spindel entspricht nach Otto einem specifischen Gewichte von 1,0115 (bei 15° R.) oder 3 Proc. Balling oder Brix und der funfzehnte Grad dem specifischen Gewicht 1,0640, während der vierzehnte Grad mit 15 Proc. Balling oder Brix übereinstimmt, woraus Otto die folgende Tabelle berechnet hat, welche erlaubt, sich der Spindeln von Balling oder Brix auch zu den Kalkbestimmungen der Knochenkohle zu bedienen.

Fig. 169.



Es entsprechen:

Procente Balling	Graden Schatten.	Procente Balling	Graden Schatten.	Procente Balling	Graden Schatten.
4	1,2	8	5,8	12	10,5
4,5	1,7	8,5	6,4	12,5	11,1
5	2,3	9	7	13	11,7
5,5	2,9	9,5	7,6	13,5	12,2
6	3,5	10	8,2	14	12,8
6,5	4,1	10,5	8,7	14,5	13,4
7	4,7	11	9,3	15	14
7,5	5,2	11,5	9,9	—	—

Da bei dieser Probe die Zeitdauer der Einwirkung des Essigs einen grossen Einfluss ausübt, so rathe ich, dieselbe stets bei allen Versuchen gleich zu halten, z. B. 15 Minuten. Ferner ist es noch wichtig, bei hohem Kalkgehalte der Kohle nur die Hälfte der früher angegebenen Menge oder nur 4 Loth feiner (womöglich gesiebter) Kohle zu nehmen, und das Resultat mit 2 zu multipliciren, da sich sehr viel Kalk nicht so rasch und vollständig in der vorgeschriebenen Menge Essigs lösen würde. Da bei der Ermittlung des specifischen Gewichtes der Lösung oder bei Einsenkung der Spindel eine Temperatur von 15° R. herrschen muss, um richtige Angaben des Instrumentes zu erhalten, der Praktiker bei seinen raschen Versuchen aber dieselbe oft nicht gut einhalten kann, so ist in folgender Correctionstabelle der jeder Temperatur bis 30° entsprechende Gehalt an Kalk beigefügt, den man nur den Angaben der Spindeln abzuziehen oder zuzurechnen hat, um die richtigen Zahlen zu finden.

Correctionstabelle.

Bei 10° R.	ist	abzurechnen	$^3/_8$ Proc.	Bei 21° R.	ist	hinzuzurechn.	$^1/_2$ Proc.
„ 11 „	„	„	$^1/_4$ „	„ 22 „	„	„	$^5/_8$ „
„ 12 „	„	„	$^1/_4$ „	„ 23 „	„	„	$^3/_4$ „
„ 13 „	„	„	$^1/_8$ „	„ 24 „	„	„	$^7/_8$ „
„ 14 „	„	„	0 „	„ 25 „	„	„	1 „
„ 15 „	„	„	0 „	„ 26 „	„	„	$1^1/_8$ „
„ 16 „	„	hinzuzurechn.	0 „	„ 27 „	„	„	$1^1/_4$ „
„ 17 „	„	„	$^1/_8$ „	„ 28 „	„	„	$1^3/_8$ „
„ 18 „	„	„	$^1/_8$ „	„ 29 „	„	„	$1^1/_2$ „
„ 19 „	„	„	$^1/_4$ „	„ 30 „	„	„	$1^5/_8$ „
„ 20 „	„	„	$^3/_8$ „				

Die nach dem Schatten'schen Verfahren erhaltenen Angaben geben die Menge kohlensauren Kalkes in der Kohle an, da nun aber die Constitution der Kohle selbst schon einen Theil kohlensauren Kalkes fordert (3 bis 5 Proc.), so muss man diesen abziehen, um diejenige Kalkmenge in Procenten zu finden, die aus der Kohle zu entfernen ist. Diese zur Structur der Knochenkohle nöthige Kalkmenge findet man am leichtesten und sichersten, wenn man gute neue Kohle nach derselben Methode auf ihren Kalkgehalt prüft. Hätte man dabei z. B. 3 Proc. gefunden und die Untersuchung alter Kohle 6 Proc. ergeben, so wären in der letzteren (6 — 3 =) 3 Proc. Kalk mehr als in neuer enthalten und daher zu entfernen.

Nach den Versuchen von Otto löst indess die Essigsäure bei dem Schatten'schen Verfahren nicht allein den kohlensauren Kalk, sondern auch einen Theil des phosphorsauren Kalkes der Knochenkohle. Das Filtrat giebt mit Ammoniakflüssigkeit einen starken Niederschlag von phosphorsaurem Kalk. Die Angaben wären also nicht richtig.

Gestützt auf diese Versuche über Schatten's Methode und deren Mängel hat Otto ein eigenes Verfahren vorgeschlagen, nach welchem man nur die Menge des zu entfernenden Kalkes in der Kohle findet und welches sehr leicht auszuführen sein soll. Es wird dabei verdünnte Salzsäure (von bekanntem Gehalte) nach und nach zu der Kohle gegeben, bis saure Reaction einen kleinen Ueberschuss davon anzeigt. Otto hat nämlich durch Experimente ermittelt, dass ver-

dünnte Salzsäure in einer der Siedhitze nahen Temperatur den absorbirten Kalk sehr leicht und rasch löst, so dass eine neutrale Flüssigkeit entsteht, und kein phosphorsaurer Kalk in Lösung geht, so lange kein Ueberschuss von Säure vorhanden ist. Man erführe also nach dieser Methode direct die erforderliche Menge Salzsäure.

Das Otto'sche Prüfungsverfahren soll mit einer Salzsäure von 4,5 Proc. Balling oder Brix (1,0177 specif. Gewicht bei 14° R.) ausgeführt werden, die 3,6 Proc. Säure enthält und von der 10 CC. 0,5 Gramme kohlensauren Kalk neutralisiren. Mit dieser möglichst genau angefertigten Probesäure füllt man eine Mohr'sche Burette (siehe S. 442) mit Quetschhahn, lässt aus derselben jedesmal 5 CC. auf die zu untersuchende Kohle laufen und rührt jedesmal tüchtig durch. Die zu dieser Probe vorgeschriebene Menge gepulverter Kohle beträgt 50 Gramme, welche mit 150 Grammen Wasser in einem Kessel über einer Spirituslampe zum Sieden erhitzt werden, indem man etwas Probesäure zusetzt. Nach einigen Augenblicken nimmt man den Kessel von der Lampe und untersucht mittelst blauen Lackmuspapiers. Bleibt dieses blau (ist die Säure also noch nicht im Ueberschuss), so lässt man abermals 5 CC. Säure zulaufen und erhitzt wieder unter beständigem Umrühren zum Sieden. Dann wird die Flüssigkeit abermals mit Lackmuspapier geprüft und die Operation so lange wiederholt, bis eine entschieden rothe Färbung des Reagenzpapiers einen Ueberschuss an Säure zeigt. Zwar ist dieser Erkennungspunkt nicht sehr genau, aber doch für die Praxis genügend.

Dann ist die Operation beendigt und man liest die verbrauchten Cubikcentimeter ab, von denen je 10 CC. 0,5 Grammen kohlensaurem Kalk entsprechen; oder da 50 Gramme Kohle angewendet wurden = 1 Proc. Kalk, wenn man die Angaben auf Kalkgehalt reduciren will; sonst kann man aus der Menge der verbrauchten Probesäure direct die pro 100 nöthige Menge käuflicher Salzsäure berechnen.

Will man sich überzeugen, dass man mit Zugabe der Säure nicht zu weit gegangen ist, so braucht man nur einige Hornlöffelchen voll Flüssigkeit zu filtriren und ein Paar Tropfen Ammoniakflüssigkeit zum Filtrate zu setzen. Macht ein gelatinöser Niederschlag die Masse dickflüssig, so war schon zu viel Säure angewandt, bleibt dagegen die Flüssigkeit klar oder zeigt höchstens wenige Flocken, so ist phosphorsaurer Kalk noch nicht oder doch in nur unbedeutender Menge gelöst.

Die Structur der Kohle kann also, wenn man mit der Säure nicht weiter geht, nicht gefährdet werden.

Sind bei der Prüfung der Kohle 30 CC. Probesäure verbraucht worden, entsprechend 3 Proc. Kalk, so darf man dreist so viel Salzsäure bei der Wiederbelebung anwenden, als zur Auflösung von 2,5 Proc. oder doch 2 Proc. Kalk erforderlich sind (Otto).

Eine andere einfache, aber nicht genaue Methode besteht darin, ein bestimmtes Gewicht getrockneter Kohle mit dem doppelten Gewichte Essig oder verdünnter Salzsäure von 4 Proc. Balling zu übergiessen, dann und wann umzurühren und 24 Stunden in gewöhnlicher Temperatur stehen zu lassen, am anderen Tage die Kohle zu waschen, zu trocknen und wieder zu wägen. Die Differenz war die vom Essig oder der Salzsäure gelöste Menge kohlensauren Kalkes, nebst phosphorsaurem Kalk.

Da der absorbirte Kalk meist als kohlensaurer Kalk vorkommt, so wird der Kalk auch oft aus der Menge der entwickelten Kohlensäure bestimmt, indem 22 Kohlensäure = 50 Theile kohlensauren Kalk entsprechen. Zur grösseren Sicherheit befeuchtet man gewöhnlich das zur Untersuchung bestimmte Kohlenpulver mit kohlensaurem Ammoniak, wodurch auch der etwa noch vorhandene Aetzkalk in kohlensauren Kalk verwandelt wird, und trocknet sodann die Kohle zur Verflüchtigung des kohlensauren Ammoniaks scharf aus.

Uebergiesst man nun ein bestimmtes Gewicht Kohlenpulver in einem Glaskolben oder dergleichen mit einer starken Säure, so wird die Kohlensäure ausgetrieben und kann dann durch irgend eine Vorrichtung aufgefangen oder aus dem Verlust bestimmt werden.

Otto empfiehlt dazu den hierbei abgebildeten Apparat Fig. 170.

Fig. 170.



A ist der Glaskolben, in dem 10 Gramme der vorbereiteten Kohle mit etwas Wasser übergossen werden, worauf der Kork mit den Röhren *a* und *b* aufgesetzt wird. Die gebogene Röhre *a* enthält Chlorcalcium, um die mitgerissene Feuchtigkeit zurückzuhalten. Die unten zugeschmolzene Röhre *b* enthält mässig concentrirte Salzsäure (von 1,2 specif. Gewicht) und ist an der bis an den Boden der Röhre *b* gehenden dünneren Röhre *c* mittelst eines Korkes befestigt, in dem jedoch einige Oeffnungen den Luftzu-

tritt nach *b* gestatten. Nachdem dieser Apparat auf einer genauen Waage gewogen ist, bringt man durch Saugen am Rohrende *d* die Säure zum Uebersteigen aus *b* durch *c* in den Kolben *A*, worauf die sich entwickelnde Kohlensäure durch *a* entweicht und hier etwa mitgerissenes Wasser absetzt. Durch vorsichtiges Umschwenken des Apparates wird die Kohle aufgerührt und mit der Säure mehr in Berührung gebracht, die Entwickelung der Kohlensäure also befördert. Ist sämmtliche Säure aus *b* nach *A* gezogen, so erwärmt man den Kolben *A* mit seinem Inhalte vorsichtig bis fast zum Sieden, theils um in höherer Temperatur die Einwirkung der Säure zu befördern, theils aber auch, um die von der Flüssigkeit absorbirte Kohlensäure auszutreiben. Nun lässt man den Apparat bis auf die Temperatur erkalten, bei der er vorher gewogen wurde, wiegt wieder und setzt den Verlust auf Rechnung der entwichenen Kohlensäure.

Sind von 10 Grammen Kohle z. B. 0,2 Gramme Gewichtsverlust gewesen, so würden 100 Kohle 2 Gramme Kohlensäure verloren haben. Da ferner 22 Kohlensäure 50 kohlensaurem Kalk entsprechen, so würden 2 Kohlensäure auch 4,5 Proc. kohlensauren Kalk anzeigen.

Die hier gefundene Menge kohlensauren Kalkes ist sämmtlich in der Kohle vorhanden, und da man den Gehalt neuer Kohle davon zu circa 4 Proc. annimmt, so ist nur ein etwaiger Ueberschuss durch Salzsäure beim Wiederbeleben zu entfernen.

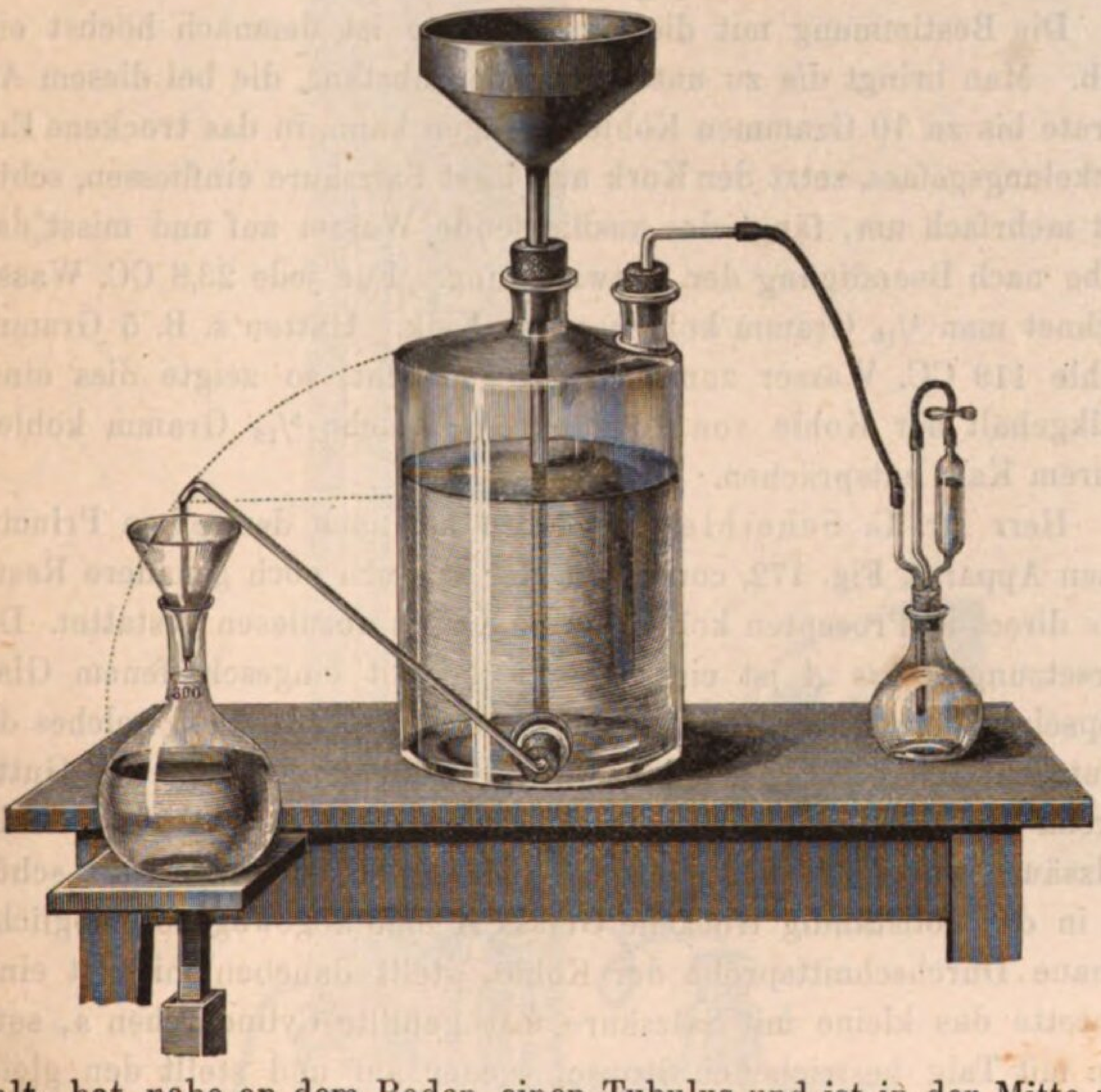
Die kleine Gewichtsdifferenz bei solchen Apparaten verlangt eine genaue Wage und noch genauere Ausführung der Operation. Da das Gewicht der Kohlensäure, das hier bestimmt wird, weniger als die Hälfte des kohlensauren Kalkes beträgt, so erhöht sich jeder gemachte Fehler in dem Verhältniss von 22 zu 50. Ich übergehe daher die anderen auf dasselbe Princip gegründeten Apparate und wende mich zu denjenigen, in welchen das entwickelte Kohlensäuregas volumetrisch bestimmt wird. Da dasselbe bei kleinem Gewichte ein grosses Volumen einnimmt, so ist es klar, dass diese Apparate ein genaueres Resultat liefern müssen, als die vorhin beschriebenen.

Fr. Mohr giebt in seinem Lehrbuch der Titrirmethode als Mittel von 7 Versuchen an, dass die aus 2 Gramm kohlensauren Kalkes entwickelte Menge Kohlensäure 476,1 CC. Wasser zu verdrängen im Stande sei, 1 Gramm würde also 238,1 CC., und $^1/_{10}$ Gramm = 23,8 CC. Wasser entsprechen, woraus wohl die Genauigkeit der volumetrischen Methode am besten erhellt. Zu diesen Bestimmungen dient der in

Fig. 171 abgebildete Apparat, der aus einem Zersetzungs- und aus einem Maassgefässe besteht.

Das Maassgefäss, eine Woulf'sche Flasche von 2 bis 3 Litre In-

Fig 171.



halt, hat nahe an dem Boden einen Tubulus und ist in der Mitte mit einem Eingusstrichter versehen, dessen gläserne Röhre bis nahe an den Boden der Flasche führt. Aus dem zweiten seitlichen Halse führt ein gebogenes Glasrohr nach dem seitwärts stehenden Zersetzungsapparate. Das kohlensaure Gas drückt auf das mit einer dünnen Schicht Mandelöl bedeckte Wasser in der Woulf'schen Flasche und bringt es zum Ausfliessen durch die Glasröhre, welche im Tubulus des Gefässes befestigt ist. Die Menge des ausgeflossenen Wassers wird in calibrirten Glasgefässen (wie in unserer Zeichnung) oder mittelst Pipetten gemessen.

Das Entwickelungsgefäss des Kohlensäuregases ist eine etwas weithalsige Kochflasche, deren Hals mit einem dreifach durchbohrten Korke versehen ist. Durch die eine Oeffnung (links) entweicht das

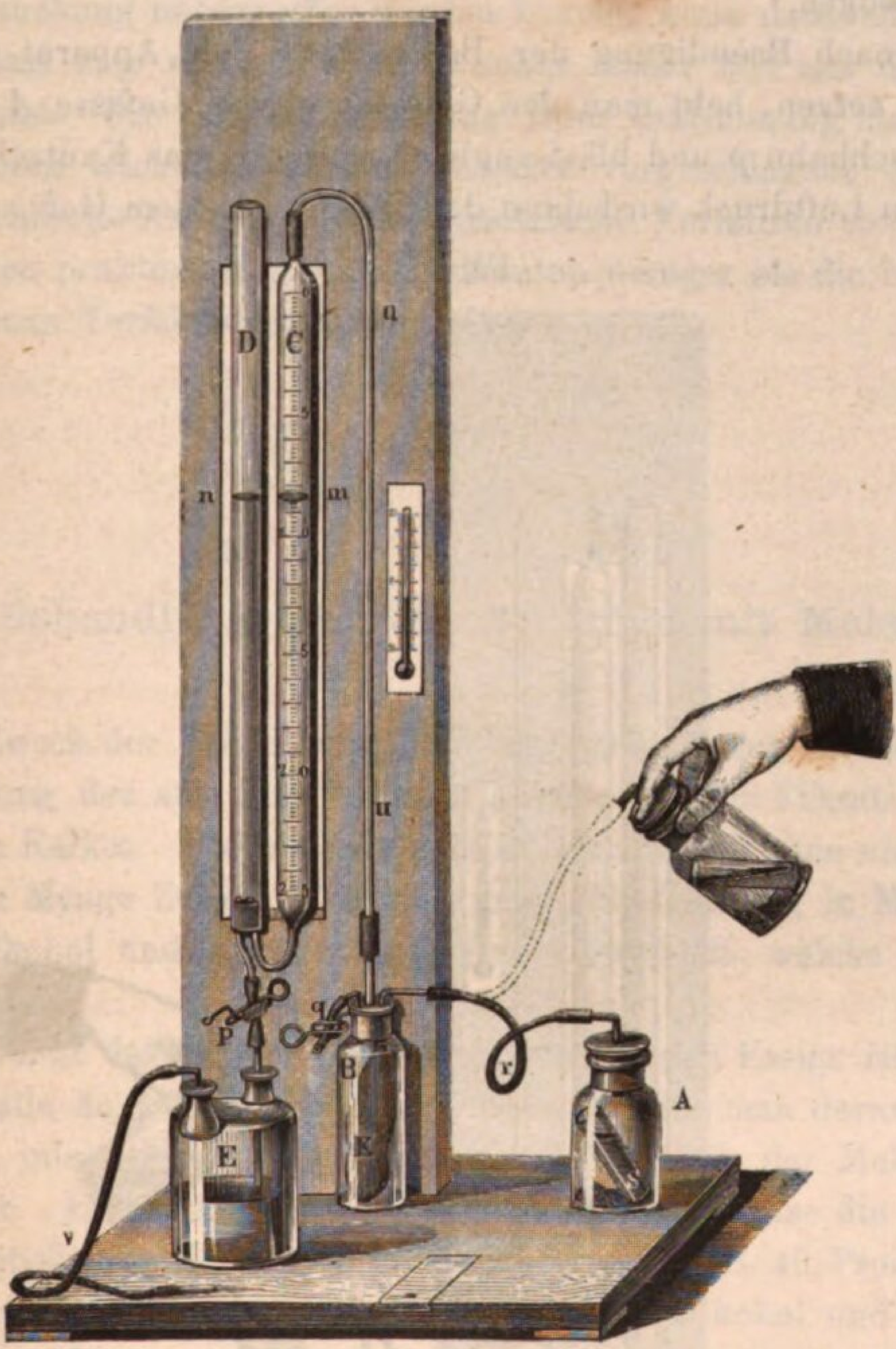
entwickelte Gas in die Woulf'sche Flasche; durch die zweite (rechts) geht die mit Salzsäure angefüllte und oben durch einen Quetschhahn verschlossene Röhre, welche durch die dritte (mittlere) Glasröhre mit dem Gasraume des Entwickelungsgefässes communicirt.

Die Bestimmung mit diesem Apparate ist demnach höchst einfach. Man bringt die zu untersuchende Substanz, die bei diesem Apparate bis zu 10 Grammen Kohle betragen kann, in das trockene Entwickelungsgefäss, setzt den Kork auf, lässt Salzsäure einfliessen, schüttelt mehrfach um, fängt das ausfliessende Wasser auf und misst dasselbe nach Beendigung der Entwickelung. Für jede 23,8 CC. Wasser rechnet man $^1/_{10}$ Gramm kohlensauren Kalk. Hätten z. B. 5 Gramme Kohle 119 CC. Wasser zum Ausfluss gebracht, so zeigte dies einen Kalkgehalt der Kohle von 10 Proc. an, welche $^5/_{10}$ Gramm kohlensaurem Kalk entsprächen.

Herr Dr. C. Scheibler in Stettin hat nach demselben Principe einen Apparat, Fig. 172, construirt, der zugleich noch genauere Resultate direct in Procenten kohlensauren Kalkes abzulesen gestattet. Das Zersetzungsgefäss *A* ist eine Glasflasche mit eingeschliffenem Glasstöpsel, in dem ein kurzes Glasrohr festgekittet ist, über welches der Kautschukschlauch *r* geschoben wird. Ein kleines Gefäss *s* von Guttapercha (in der Figur durchsichtig dargestellt) dient zur Aufnahme der Salzsäure von 1,12 specif. Gewicht. Man hebt den Stöpsel ab, schüttet in das vollständig trockene Gefäss *A* eine abgewogene, möglichst genaue Durchschnittsprobe der Kohle, stellt daneben mittelst einer Pincette das kleine mit Salzsäure fast gefüllte Cylinderchen *s*, setzt den mit Talg bestrichenen Stöpsel wieder auf und stellt den gleich hohen Stand des Wassers in den Röhren *C* und *D* durch kurzes Oeffnen des Quetschhahnes *q* wieder her. Nun fasst man das Gefäss *A* vorsichtig am Halse (siehe Figur), um die Erwärmung der Luft in *A* möglichst zu vermeiden, und neigt es behutsam, so dass etwas Salzsäure aus *s* auf die Probe fliesst, neigt weiter, lässt endlich ganz ausfliessen und schüttelt kräftig. Die hierbei entwickelte Kohlensäure tritt nun durch *r* in eine in dem Gefäss *B* hängende Blase *k* von höchst dünnem Kautschuk, welche verhindert, dass die Kohlensäure mit dem Wasser in Berührung komme, welches von derselben etwas absorbiren würde. Die sich ausdehnende Blase *k* verdrängt die Luft aus *B*, welche durch *uu* auf das Wasser in *C* drückt. Sobald dies geschieht, öffnet man den Quetschhahn *p* und lässt stets soviel Wasser in das Gefäss *E* laufen, dass beide Flüssigkeitsspiegel *m* und *n* gleich

hoch stehen. Findet keine Entwickelung mehr statt, so liest man in der graduirten Röhre *C* die verdrängte Wassermenge und an dem am

Fig. 172.



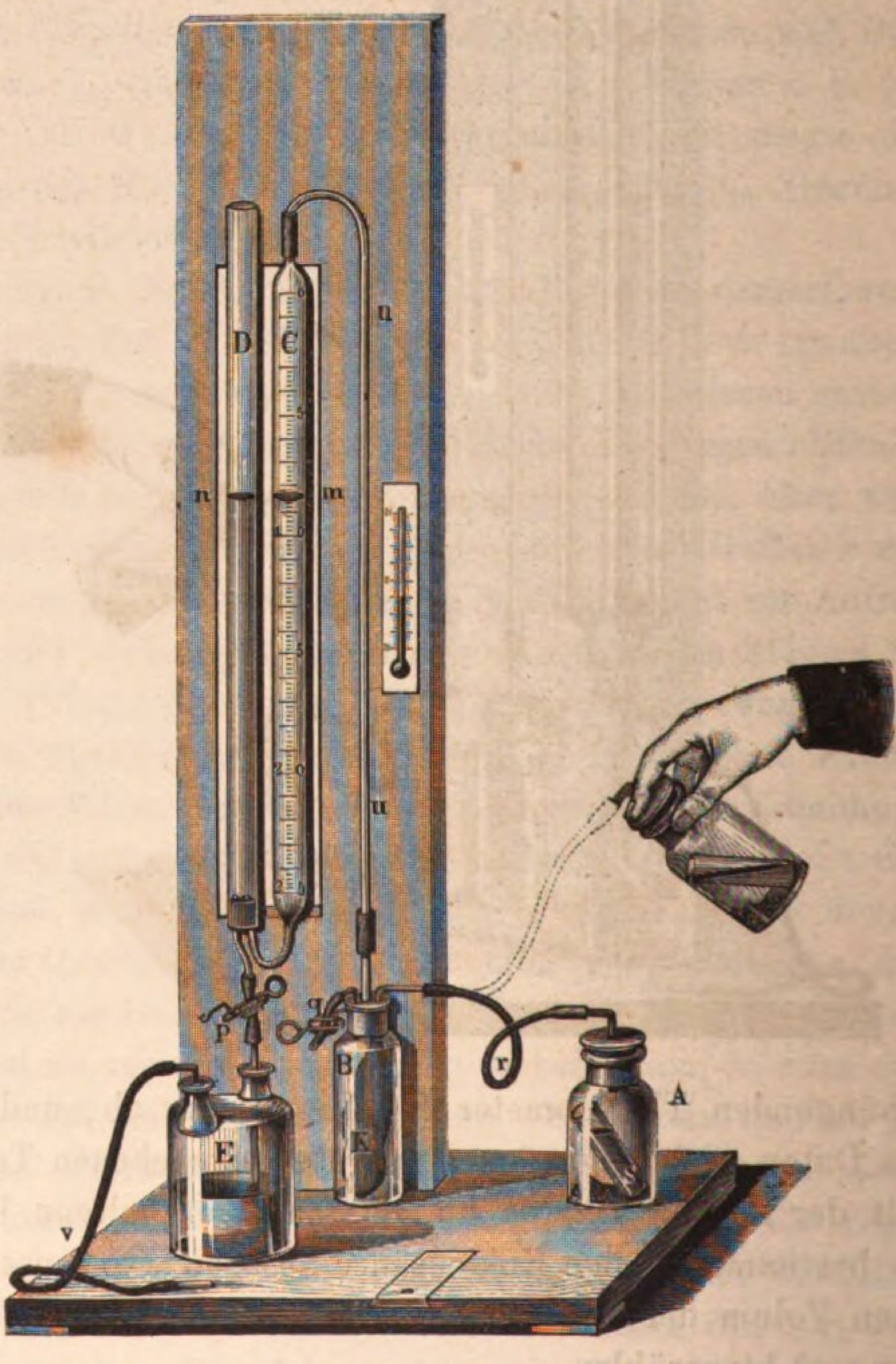
Gestelle hängenden Thermometer die Temperatur ab, und bestimmt aus diesen Daten nach einer dem Apparate beigegebenen Tabelle den Kalkgehalt der Kohle. Da die im Gefässe *A* enthaltene Flüssigkeit stets eine bestimmte Menge Kohlensäure absorbirt, so muss man dem abgelesenen Volum der Kohlensäure noch 0,8 CC. (nach Scheibler's Bestimmungen) hinzuzählen.

Die zur Bestimmung verwendete Durchschnittsprobe der Knochenkohle wird möglichst fein zerrieben, mit 10 bis 20 Tropfen einer Auflösung von kohlensaurem Ammoniak befeuchtet (um allen Kalk in

kohlensauren umzuwandeln), getrocknet und noch etwas stärker erhitzt, aber nicht bis zum Glühen. Dann wird nach dem Abkühlen mit dem beigegebenen Gewichtsstücke eine bestimmte Menge desselben abgewogen.

Um nach Beendigung der Bestimmung den Apparat wieder in Stand zu setzen, hebt man den Glasstöpsel vom Gefässe *A* ab, öffnet den Quetschhahn *p* und bläst zugleich heftig in das Kautschukrohr *v*. Durch den Luftdruck wird dann das Wasser aus dem Gefäss *E* in die

Fig. 173.



Röhren *C* und *D* gehoben, bis der Nullpunkt der Scala *C* wieder erreicht ist.

Die Gefässe *A* und *s* werden gereinigt und ersteres gut ausgetrocknet.

Dr. Scheibler giebt an, dass sein Apparat bis 0,2 Proc. genaue Resultate gäbe. Der demselben oft zum Vorwurf gemachte Umstand, dass darin nur kleine Quantitäten (1,5 bis 2 Gramme) Knochenkohle der Untersuchung unterworfen werden können, kann dadurch beseitigt werden, dass man mehrere Bestimmungen macht und aus diesen das Mittel nimmt. Die rasche Beendigung jeder Bestimmung macht diese Wiederholung leicht ausführbar. Andere vorgeschlagene Methoden, als die chemische Analyse, das acidimetrische Verfahren etc. scheinen sich für den praktischen Zuckerfabrikanten weniger als die im Obigen beschriebenen Verfahrungsarten zu eignen.

Die Behandlung der Knochenkohle mit Melasse.

Der Zweck der Behandlung der Knochenkohle mit Melasse ist die Fortschaffung des aus dem Rübensafte während der Filtration aufgenommenen Kalkes. Die Melasse enthält bekanntlich eine nicht unbeträchtliche Menge Zucker, der sich durch die Gährung in Milchsäure oder in Alkohol und dann in Essigsäure verwandelt, welche den Kalk auflöst.

Die Menge des aus der Melasse zu erhaltenden Essigs ist im günstigsten Falle äquivalent der Menge Spiritus, die man daraus gewinnen kann, oder vielmehr der Menge Zucker, die in der Melasse enthalten war. Es bestimmt also die Qualität der Melasse die erforderliche Quantität derselben. Enthält eine Melasse z. B. 40 Proc. Zucker, so könnte diese im günstigsten Falle 20 Proc. Alkohol und 22 Proc. Essigsäure geben, was indessen praktisch nie erreicht wird. Das höchste dürfte 20 Proc. Essigsäure sein, die in ihrer Wirkung 32 bis 37 Proc. käuflicher Salzsäure gleich zu setzen wäre. Jedes Pfund Zucker in der Melasse könnte demnach mit 0,8 bis 0,9 Pfd. Salzsäure gleichwerthig angeschlagen werden, wenn alle anderen Verhältnisse die gleichen wären. Da 1 Ctr. Melasse von 40 Proc. Zuckergehalt demnach 32 Pfd. Salzsäure entspricht, so würde, wenn 100 Pfd. Salzsäure 1 Thlr. 3,3 Gr., also 1 Pfd. = 4 Pf. kostete, 1 Ctr. Melasse sich verwerthen auf (32 . 4 =) 10 Gr. 8 Pf., während die Melasse gewöhnlich einen höheren Werth hat. Aber in anderen Ländern, z. B. Russland,

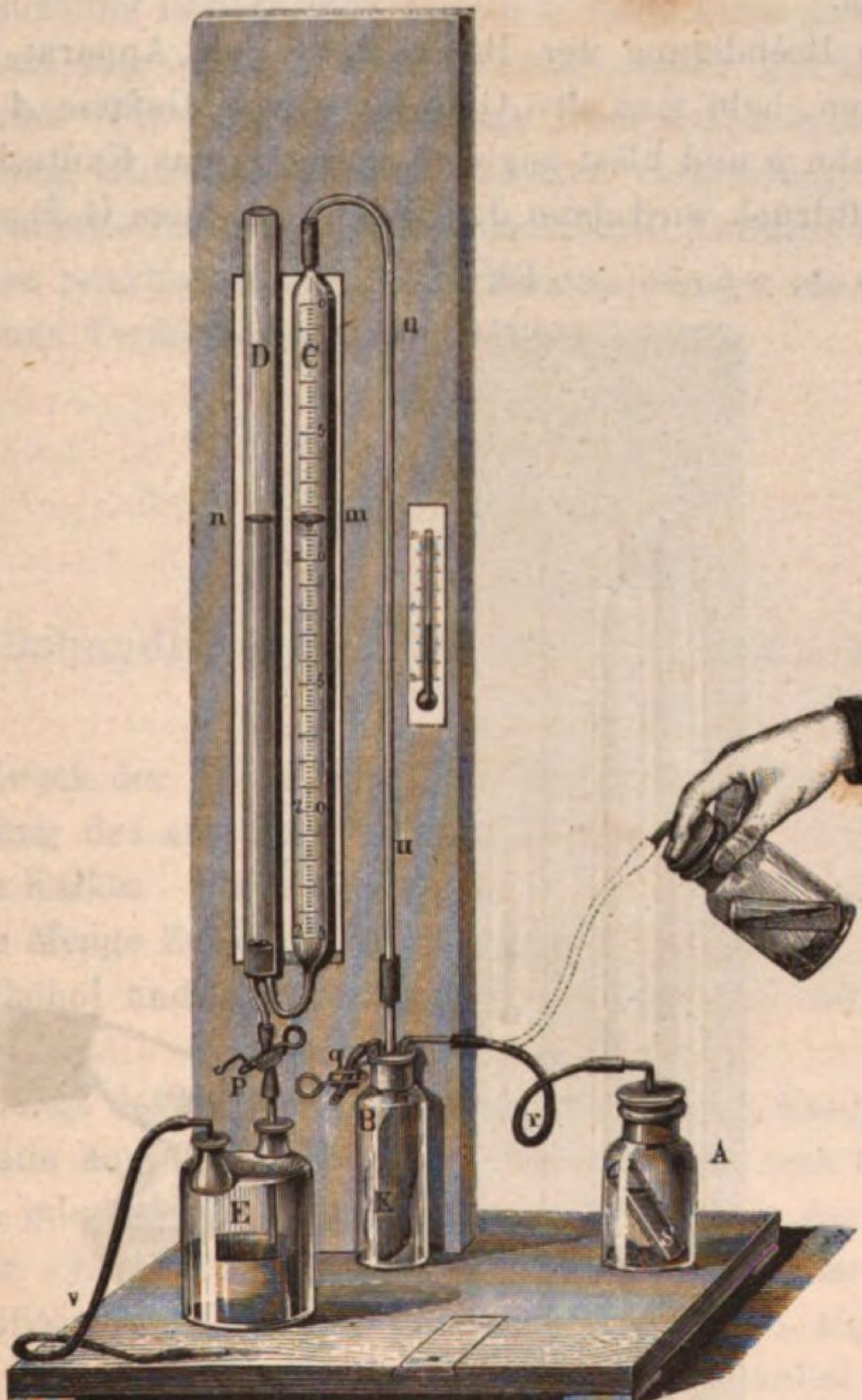
entwickelte Gas in die Woulf'sche Flasche; durch die zweite (rechts) geht die mit Salzsäure angefüllte und oben durch einen Quetschhahn verschlossene Röhre, welche durch die dritte (mittlere) Glasröhre mit dem Gasraume des Entwickelungsgefässes communicirt.

Die Bestimmung mit diesem Apparate ist demnach höchst einfach. Man bringt die zu untersuchende Substanz, die bei diesem Apparate bis zu 10 Grammen Kohle betragen kann, in das trockene Entwickelungsgefäss, setzt den Kork auf, lässt Salzsäure einfliessen, schüttelt mehrfach um, fängt das ausfliessende Wasser auf und misst dasselbe nach Beendigung der Entwickelung. Für jede 23,8 CC. Wasser rechnet man $^1/_{10}$ Gramm kohlensauren Kalk. Hätten z. B. 5 Gramme Kohle 119 CC. Wasser zum Ausfluss gebracht, so zeigte dies einen Kalkgehalt der Kohle von 10 Proc. an, welche $^5/_{10}$ Gramm kohlensaurem Kalk entsprächen.

Herr Dr. C. Scheibler in Stettin hat nach demselben Principe einen Apparat, Fig. 172, construirt, der zugleich noch genauere Resultate direct in Procenten kohlensauren Kalkes abzulesen gestattet. Das Zersetzungsgefäss *A* ist eine Glasflasche mit eingeschliffenem Glasstöpsel, in dem ein kurzes Glasrohr festgekittet ist, über welches der Kautschukschlauch *r* geschoben wird. Ein kleines Gefäss *s* von Guttapercha (in der Figur durchsichtig dargestellt) dient zur Aufnahme der Salzsäure von 1,12 specif. Gewicht. Man hebt den Stöpsel ab, schüttet in das vollständig trockene Gefäss *A* eine abgewogene, möglichst genaue Durchschnittsprobe der Kohle, stellt daneben mittelst einer Pincette das kleine mit Salzsäure fast gefüllte Cylinderchen *s*, setzt den mit Talg bestrichenen Stöpsel wieder auf und stellt den gleich hohen Stand des Wassers in den Röhren *C* und *D* durch kurzes Oeffnen des Quetschhahnes *q* wieder her. Nun fasst man das Gefäss *A* vorsichtig am Halse (siehe Figur), um die Erwärmung der Luft in *A* möglichst zu vermeiden, und neigt es behutsam, so dass etwas Salzsäure aus *s* auf die Probe fliesst, neigt weiter, lässt endlich ganz ausfliessen und schüttelt kräftig. Die hierbei entwickelte Kohlensäure tritt nun durch *r* in eine in dem Gefäss *B* hängende Blase *k* von höchst dünnem Kautschuk, welche verhindert, dass die Kohlensäure mit dem Wasser in Berührung komme, welches von derselben etwas absorbiren würde. Die sich ausdehnende Blase *k* verdrängt die Luft aus *B*, welche durch *uu* auf das Wasser in *C* drückt. Sobald dies geschieht, öffnet man den Quetschhahn *p* und lässt stets soviel Wasser in das Gefäss *E* laufen, dass beide Flüssigkeitsspiegel *m* und *n* gleich

hoch stehen. Findet keine Entwickelung mehr statt, so liest man in der graduirten Röhre *C* die verdrängte Wassermenge und an dem am

Fig. 172.



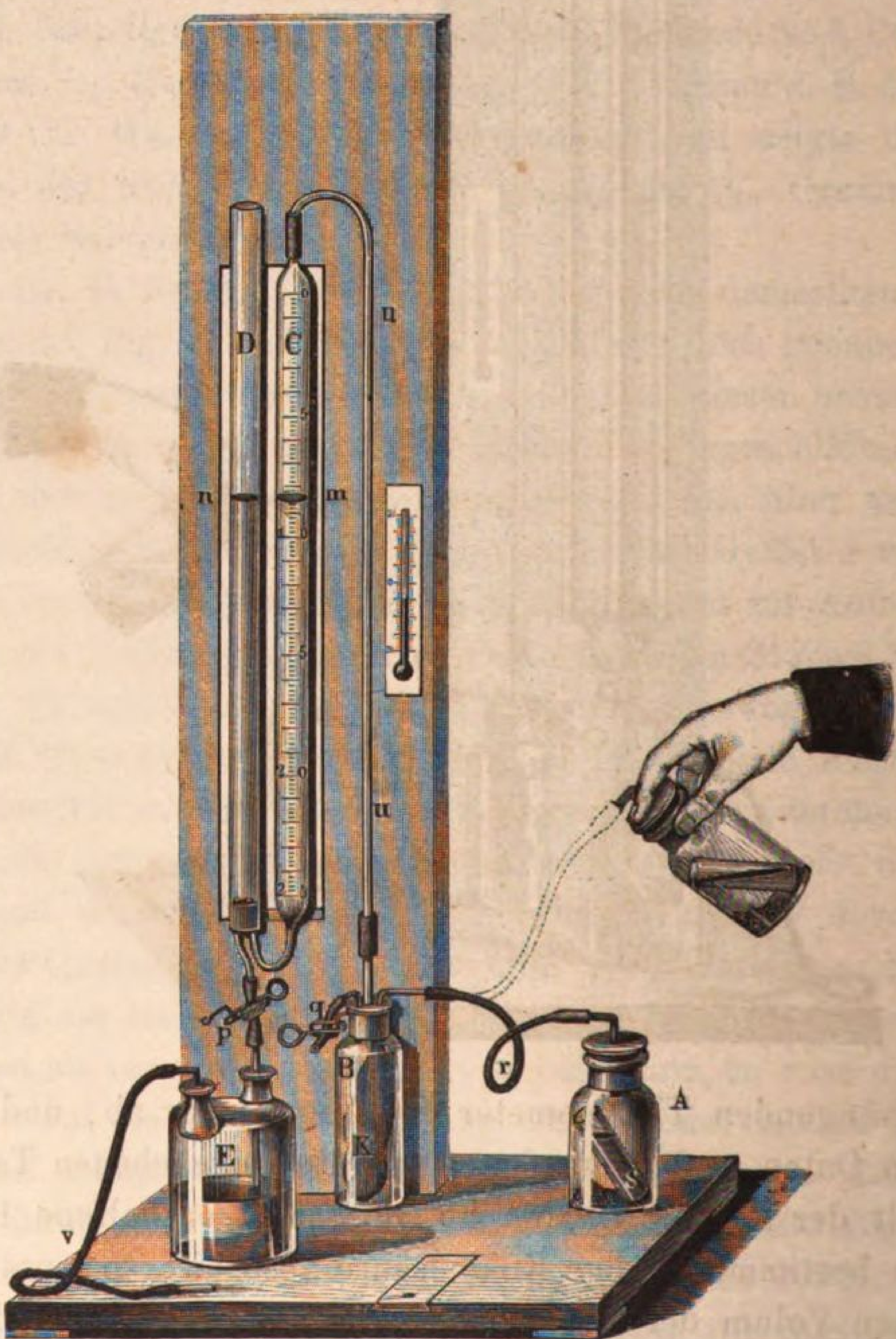
Gestelle hängenden Thermometer die Temperatur ab, und bestimmt aus diesen Daten nach einer dem Apparate beigegebenen Tabelle den Kalkgehalt der Kohle. Da die im Gefässe *A* enthaltene Flüssigkeit stets eine bestimmte Menge Kohlensäure absorbirt, so muss man dem abgelesenen Volum der Kohlensäure noch 0,8 CC. (nach Scheibler's Bestimmungen) hinzuzählen.

Die zur Bestimmung verwendete Durchschnittsprobe der Knochenkohle wird möglichst fein zerrieben, mit 10 bis 20 Tropfen einer Auflösung von kohlensaurem Ammoniak befeuchtet (um allen Kalk in

kohlensauren umzuwandeln), getrocknet und noch etwas stärker erhitzt, aber nicht bis zum Glühen. Dann wird nach dem Abkühlen mit dem beigegebenen Gewichtsstücke eine bestimmte Menge desselben abgewogen.

Um nach Beendigung der Bestimmung den Apparat wieder in Stand zu setzen, hebt man den Glasstöpsel vom Gefässe *A* ab, öffnet den Quetschhahn *p* und bläst zugleich heftig in das Kautschukrohr *v*. Durch den Luftdruck wird dann das Wasser aus dem Gefäss *E* in die

Fig. 173.



Röhren *C* und *D* gehoben, bis der Nullpunkt der Scala *C* wieder erreicht ist.

Die Gefässe *A* und *s* werden gereinigt und ersteres gut ausgetrocknet.

Dr. Scheibler giebt an, dass sein Apparat bis 0,2 Proc. genaue Resultate gäbe. Der demselben oft zum Vorwurf gemachte Umstand, dass darin nur kleine Quantitäten (1,5 bis 2 Gramme) Knochenkohle der Untersuchung unterworfen werden können, kann dadurch beseitigt werden, dass man mehrere Bestimmungen macht und aus diesen das Mittel nimmt. Die rasche Beendigung jeder Bestimmung macht diese Wiederholung leicht ausführbar. Andere vorgeschlagene Methoden, als die chemische Analyse, das acidimetrische Verfahren etc. scheinen sich für den praktischen Zuckerfabrikanten weniger als die im Obigen beschriebenen Verfahrungsarten zu eignen.

Die Behandlung der Knochenkohle mit Melasse.

Der Zweck der Behandlung der Knochenkohle mit Melasse ist die Fortschaffung des aus dem Rübensafte während der Filtration aufgenommenen Kalkes. Die Melasse enthält bekanntlich eine nicht unbeträchtliche Menge Zucker, der sich durch die Gährung in Milchsäure oder in Alkohol und dann in Essigsäure verwandelt, welche den Kalk auflöst.

Die Menge des aus der Melasse zu erhaltenden Essigs ist im günstigsten Falle äquivalent der Menge Spiritus, die man daraus gewinnen kann, oder vielmehr der Menge Zucker, die in der Melasse enthalten war. Es bestimmt also die Qualität der Melasse die erforderliche Quantität derselben. Enthält eine Melasse z. B. 40 Proc. Zucker, so könnte diese im günstigsten Falle 20 Proc. Alkohol und 22 Proc. Essigsäure geben, was indessen praktisch nie erreicht wird. Das höchste dürfte 20 Proc. Essigsäure sein, die in ihrer Wirkung 32 bis 37 Proc. käuflicher Salzsäure gleich zu setzen wäre. Jedes Pfund Zucker in der Melasse könnte demnach mit 0,8 bis 0,9 Pfd. Salzsäure gleichwerthig angeschlagen werden, wenn alle anderen Verhältnisse die gleichen wären. Da 1 Ctr. Melasse von 40 Proc. Zuckergehalt demnach 32 Pfd. Salzsäure entspricht, so würde, wenn 100 Pfd. Salzsäure 1 Thlr. 3,3 Gr., also 1 Pfd. = 4 Pf. kostete, 1 Ctr. Melasse sich verwerthen auf (32 . 4 =) 10 Gr. 8 Pf., während die Melasse gewöhnlich einen höheren Werth hat. Aber in anderen Ländern, z. B. Russland,

wo die Salzsäure so theuer ist, dass 1 nydr. (= 40 Pfd.) 2 Silber-Rubel 70 Kopeken (1 Pfd. mithin = 6,75 Kopeken) kostet, stellt sich die Sache ganz anders. 40 Pfd. Salzsäure werden dort aufgewogen durch 48 Pfd. in der Melasse enthaltenen Zucker, oder durch 120 Pfd. (= 3 nydr.) Melasse à 70 Proc. Zuckergehalt, die mithin dadurch einen Werth von 2 Silber-Rubeln 70 Kopeken repräsentiren, während sie im Handel zu (3 nydr. à 12 Kopeken =) 36 Kopeken zu haben sind. Da in der Praxis sich indessen erst 4 Pfd. Melasse = 1 Pfd. Salzsäure herausstellen dürften, so würde das Verhältniss sein:

1 nydr. Salzsäure = 2 Silber-Rubel 70 Kopeken.
4 „ Melasse à 12 Kopeken . . . = 48 „

Aber selbst im letzteren Falle stellt sich die Sache pecuniär vortheilhaft heraus, und da ein Werk über Zuckerfabrikation die Verhältnisse aller Länder möglichst berücksichtigen soll, so durfte die nähere Besprechung dieses Themas in diesem Werke wohl nicht unterbleiben.

Die in der Melasse befindlichen Alkalien, die der Gährung hinderlich sind, werden vortheilhaft vorher durch Salzsäure neutralisirt und die Einleitung der Gährung in der Melasse durch Vermischen (oder noch besser durch früheres Befeuchten der eben zu behandelnden Knochenkohle) mit schon in Gährung befindlicher Melasse befördert. Die Gährung tritt bei 25° Wärme in 12 bis 24 Stunden ein und scheint die Kohle wahrscheinlich durch Darbietung einer sehr grossen Oberfläche, in der viel Luft in Berührung mit der Melassenlösung kommt, eine rasche Einleitung der Gährung zu bewirken. Die Flüssigkeit sollte nicht die Höhe der Knochenkohlenschicht überragen, da sonst in den oberen Partien in doppelter Hinsicht mehr Essigsäure gebildet, folglich auch mehr Kalk absorbirt würde, als in den unteren Schichten der Knochenkohle in der Gährungskufe. Es findet sich übrigens dieser Uebelstand immer mehr oder weniger bei der praktischen Anwendung und scheint ein öfteres Umpumpen oder die Zuführung von Luft auch in die unteren Schichten der Knochenkohle sich zu empfehlen. Am besten lässt man, wie in der Spiritusfabrikation, die Gährung oder die Umsetzung des Zuckers in Alkohol in besonderen Gefässen, sogenannten Gährkufen, vor sich gehen und schüttet dann erst die geistige Flüssigkeit auf die Kohle mit der Vorsicht, dass sie in grösstmöglichster Berührung mit der Luft komme zur Begünstigung der Essigsäurebildung. Man könnte diese Gefässe den Essigständern ähnlich einrichten, in denen die zu entkalkende Knochenkohle die Stelle der Buchenspähne etc. verträte. Durch diese Trennung der geistigen und

sauren Gährung würde nicht allein einer Verschlechterung der Kohle durch den bei der ersteren sich bildenden Bodensatz vermieden, sondern auch die Entfernung des Kalkes aus der Knochenkohle im Verlaufe von 1 oder 2 Tagen vollführt werden, was von besonderer Wichtigkeit während der Campagne ist.

Die erforderliche Quantität Melasse richtet sich natürlich nach der Menge des zu entfernenden Kalkes. 100 Pfd. Knochenkohle von 10 Proc. Kalkgehalt, aus der mithin (10 — 4 =) 6 Pfd. Kalk zu entfernen sind, die wenigstens 12 Pfd. Salzsäure beanspruchen würden, erfordern (4 . 12 =) 48 bis 60 Pfd. Melasse; während 100 Pfd. Knochenkohle von 5 Proc. Kalkgehalt, aus der nur (5 — 4 =) 1 Pfd. zu entfernen wäre, 8 bis 10 Pfd. Melasse bedürfen.

Die Concentration der gewöhnlich angewendeten Melasse beträgt 16 bis 22 Proc. Bg. (= 9 bis 12° Bé.). Je dünner sie ist, desto rascher und energischer tritt die Gährung ein, je dicker, desto langsamer bei derselben Temperatur.

Die Melasse liefert nun bei ihrer Verdünnung bis 18 Proc. Bg. ungefähr das Vierfache ihres Gewichtes bei 39° Bé. = 73 Proc. Bg., das die Poren von einem gleichen Gewichte Knochenkohle mehr als ausfüllt. Sind daher 100 Pfd. Knochenkohle zu behandeln, so kann man ihr 100 Pfd. verdünnte Melassenlösung geben, die 25 Pfd. ursprünglicher Melasse entsprechen, mit der mithin $2^1/_2$ Proc. Kalk bei jeder Operation zu entfernen wären. Wo daher 6 Proc. und mehr zu entfernen sind, da muss man 3 Operationen oder so viele machen, als die vielfache Zahl von $2^1/_2$ Proc. beträgt.

Ist hingegen weniger Kalk zu entfernen, so muss man die Concentration der Melassenlösung dem entsprechend vermindern.

Bisher haben wir die gewöhnliche geistige Gährung betrachtet, deren Producte in erster Linie Kohlensäure und Alkohol sind, welcher letztere sich in zweiter Linie in Essigsäure verwandelt. Wir gehen nun zur Gährung in höheren Temperaturen über, deren Producte Kohlensäure, Wasserstoff, Mannit, Milchsäure und Gummi sind.

„Bei höheren Temperaturen (von 30 bis 38° R.) ändert sich der ganze Umsetzungsprocess der Zuckeratome. Man beobachtet eine weit schwächere Gasentwickelung, es entsteht kein Alkohol. Untersucht man zu Ende dieser Gährung die Flüssigkeit, so findet sich kein Theilchen des früher vorhandenen Zuckers mehr vor. Aus seinen Elementen ist eine reichliche Menge Milchsäure und neben derselben ein dem arabischen Gummi völlig gleicher Körper und überdies als das merk-

würdigste Product eine krystallinische Substanz gebildet worden, welche in ihrer Eigenschaft und ihrer Zusammensetzung identisch mit dem süssen Bestandtheil der Manna ist" (Liebig S. 161).

Bei dieser Art Gährung kann man Lösungen von grösserer Dichte, von 27 Proc. Bg. = 15° Bé. anwenden. Eine Attenuation findet dabei nicht statt, wohl sinkt die Dichtigkeit nach einigen Tagen um 1 oder 2°, aber sie steigt wieder durch die Lösung des gebildeten milchsauren Kalkes und übertrifft oft die ursprüngliche. Man hat auch von dieser Art Gährung zur Fortschaffung des Kalkes aus der Knochenkohle Gebrauch gemacht, namentlich aus dem Grunde, weil die Milchsäure auch den Gyps in der Knochenkohle zu zerlegen im Stande ist, und dieser Umstand kann unter gewissen Verhältnissen allerdings von Bedeutung sein; im Uebrigen aber scheint diese Gährung vor der gewöhnlichen gar keinen Vorzug zu verdienen. In beiden Fällen wird der Zucker in Säuren umgesetzt, die den Kalk entfernen sollen. Bei der gewöhnlichen Gährung hat man sich nur in Acht zu nehmen, dass kein Verderben, kein fauliger Geruch eintritt; bei der milchsauren Gährung bildet sich der oben erwähnte krystallinische Mannit (besonders bei sich niedrigen Temperaturen) oft in so grosser Menge, dass man die durch diese weissen Krystalle zusammengekittete Knochenkohle mittelst Brecheisen oder Beilen heraushauen muss. Ausserdem ist zu berücksichtigen, dass der gebildete, gummiartige Körper jedenfalls die Poren mehr oder weniger verstopft und so die Wirksamkeit der Kohle beeinträchtigt.

Zu diesen Nachtheilen kommt noch hinzu, dass die Melasse neben den 35 bis 50 Proc. Zucker noch circa 10 Proc. Proteïnstoffe, 20 bis 32 Proc. anderer organischer Stoffe und 8 bis 9 Proc. mineralischer Salze, besonders der Alkalien enthält. Selbstverständlich wird während der Entfernung des Kalkes die Kohle aus der gegohrenen oder gährenden Zuckerlösung je nach der Dauer der Einwirkung auch einen bestimmten Theil dieser Stoffe aufnehmen, was sich daraus ergiebt, dass sowohl die Melasse theilweise entfärbt wird, als auch dass eine so behandelte Kohle bedeutend specifisch schwerer ist, als andere Kohle von gleichem Kalkgehalte.

Ausser den organischen Stoffen beeinträchtigen auch die aufgenommenen Alkalien den Werth der Kohle sehr; zwar besitzt eine so wiederbelebte Kohle eine ausserordentliche Entfärbungskraft (s. S. 495), allein die wasserhell filtrirten Säfte erleiden beim Kochen eine theilweise Zersetzung, wodurch sie sich färben und eine mehr oder weniger

schmierige Zuckermasse liefern. Die durch Glühen in Freiheit gesetzten Alkalien werden nämlich von den Zuckersäften aus der Kohle zum Theil ausgezogen und wirken dann besonders in der Wärme zersetzend auf den Zucker ein. Um diesem Verluste an Krystallzucker vorzubeugen, erscheint es daher unerlässlich, nach der Behandlung mit Melasse der Kohle die aufgenommenen Alkalien durch Waschungen und Behandlung mit Salzsäure zu entziehen.

Anstatt diese Methode zur Entfernung des Kalkes zu befolgen, könnte man auch die Melasse erst der geistigen Gährung unterwerfen, dann abdestilliren und das spirituöse Destillat in Berührung mit der Kohle der Essiggährung überlassen. Auf diese Weise würde dem Uebelstande der Absorption der verschiedenen Stoffe aus der Melasse vorgebeugt. Zur näheren Beleuchtung der Kosten dieses Verfahrens diene folgende Berechnung.

Eine Fabrik, die 300 Berkobetz oder 1200 Ctr. Rüben täglich verarbeitet, bedarf à 20 Proc. Knochenkohle = 240 Ctr. Kohle (= 600 nydr.); die aus 1200 Ctr. Rüben (à 90 Proc. Saftgewinn) erzielten Säfte betragen = 1080 Ctr., deren Alkalinität durch die Saturation unter allen Umständen in dem praktischen Betriebe auf 0,5 bis 0,6 Proc. vermindert werden kann. Die Alkalinität des filtrirten Saftes kann 0,3 bis 0,4 Proc. betragen, so dass höchstens 0,2 Proc. Kalk und Alkalien von der Knochenkohle bei der Filtration aufgenommen wurden. Dies betrüge täglich im hier angenommenen Falle (1080 . 0,2) = 216 Pfd. alkalische Salze, zu deren Entfernung 320 Pfd. Essigsäure erforderlich wären. Da nun 111 Pfd. Essigsäure zu ihrer Bildung 100 Pfd. Alkohol voraussetzen, die wiederum das Product aus 200 Pfd. Zucker sind, so wären dazu per Tag 600 Pfd. Zucker oder 1500 Pfd. Melasse (à 40 Proc. Zuckergehalt) erforderlich, die (à 18 Proc. Bg. verdünnt) 6000 Pfd. Maische oder Gährungsgut geben würden. Um 6000 Pfd. Maische abzudestilliren, genügen aber (6000 . 650 =) 3,900,000 W.-E. = 2000 Pfd. Holz (= 50 nydr.) oder eine entsprechende Menge irgend eines anderen Brennstoffs. Der Werth von 2000 Pfd. (50 nydr. = $^1/_4$ Faden) Holz beträgt etwa nur 3 Silber-Rubel, so dass für den Fabrikanten, welcher durch locale Verhältnisse genöthigt ist, die Melasse zur Belebung der Kohle zu verwenden, am gerathensten erscheint, die letztere Methode zu befolgen und so mit geringen Mehrausgaben stets reinere Säfte verarbeiten zu können.

Bei dieser Berechnung ist jedoch die Ausgabe an Arbeitslohn etc. noch nicht berücksichtigt, was bei der Behandlung der Knochenkohle

mit Melasse insofern besonders geschehen muss, als dieselbe gewöhnlich im Sommer vorgenommen wird, wo alle diese Ausgaben noch besonders gemacht werden müssen, während die Behandlung der Kohle mit Salzsäure im Laufe der Campagne ohne besondere Unkosten vorgenommen werden kann. Die in Russland, was wohl hier einzig in Betracht kommen kann, gemachten praktischen Erfahrungen stellten fest, dass 1 nydr. Kohle bei der Behandlung mit Melasse circa 20 Kopeken kostet, oder nahezu eben so viel, als die nöthige Menge Salzsäure kosten würde, um allen aus den Säften absorbirten Kalk zu lösen. Durch diese Daten ist aber die Frage eine ganz andere geworden und der Fabrikant muss um so sorgfältiger seine Berechnungen anstellen, ob er den Zucker in der Melasse auf andere Weise nicht höher verwerthen kann, als durch die Verwendung zur Entkalkung der Knochenkohle.

Anlage der Zuckerfabriken und technische Ueberwachung des Betriebes derselben.

Ueber die beste Organisation sämmtlicher Apparate einer Rübenzuckerfabrik.

Die Rübenzuckerfabriken wurden bisher von Maschinenfabrikanten gebaut, welche durch Erfahrung dazu berechtigt zu sein glaubten, und bei der Entwerfung des Planes natürlich nur einseitig den mechanischen Theil der Fabrikation in Betracht zogen. Viele schlechte Resultate, viele pecuniäre Verluste waren die Folgen von solchen mangelhaften Anlagen, die von Leuten gemacht waren, welche bei aller Kenntniss des Bau- und Maschinenwesens doch in das Wesen der Zuckerfabrikation nur oberflächlich eingedrungen waren und daher häufig grobe Verstösse begingen. Eines der eclatantesten Beispiele davon sah ich in Russland noch im Jahre 1862 ausgeführt, wo ein Engländer, ein vorzüglicher Maschinenfabrikant, den Bau einer neuen Rübenzuckerfabrik übernahm, ohne einen vollständigen Ueberblick und ein klares Urtheil, ja selbst ohne die fundamentalen Kenntnisse zu besitzen. Die Folge war, dass sowohl der Zuckerfabrikant als auch der Maschinenfabrikant manche sehr unangenehme Erfahrung machten.

Dieses Missverhältniss rührte daher, dass die Rübenzuckerfabri-

kation als ein verhältnissmässig neueres Gewerbe noch nicht eigene Techniker oder specielle Fachmänner von umfassenden Kenntnissen herangebildet hatte. Gegenwärtig ist man aber vollkommen in der Lage, die Zuckerfabriken mit verhältnissmässig geringen Anlagekosten dennoch recht sicher und wirksam in ihren Leistungen zu construiren, und ich will im Folgenden einige Winke dazu geben, die für jeden denkenden Rübenzuckerfabrikanten um so mehr von Werth sein werden, als sie das Ergebniss vieljähriger praktischer Erfahrung sind.

Die folgenden Daten sind selbstverständlich nicht nur für neue Constructionen anwendbar, sondern sie gestatten auch, alte fehlerhaft organisirte Fabriken danach zu verbessern. Bei dieser Besprechung wollen wir den Gang der Fabrikation befolgen, und wird es dabei des Zusammenhanges wegen unvermeidlich sein, Einzelnes aus den früheren Capiteln zu wiederholen.

Als Grundlage für alle hier folgenden Berechnungen ist eine tägliche Verarbeitung von 1000 Ctr. Rüben angenommen, für einen Zeitraum von 22 Arbeitsstunden, da 2 Stunden pro Tag für Schichtwechsel, Reinigen etc. abgehen.

Eine solche Fabrik könnte demnach pro Campagne in 120 Arbeitstagen 120,000 Ctr. Rüben verarbeiten, was sich nöthigenfalls bis zu 150,000 Ctr. steigern liesse. Es wäre also eine Fabrik mittlerer Grösse.

Die erste Operation in der Fabrik (nach dem Waschen und Reinigen) ist das Reiben der Rüben.

Um 1000 Ctr. Rüben täglich mit aller Sicherheit in einen so zarten Brei verreiben zu können, dass er behufs der Pressung den grössten Saftgewinn erzielen lässt, giebt man der Reibtrommel am besten eine Oberfläche von 2000 □″, so dass bei 25″ Durchmesser dieselbe circa 25½″ lang werden müsste. Eine solche Reibe braucht, um die möglichst vollständige Zerreissung aller Saftzellen zu erzielen, nur circa 650 bis 800 Umdrehungen pro Minute zu machen, wodurch also (650 × 2000 =) 1,300,000 □″ Oberfläche pro Minute dargeboten würden.

Wohl giebt es Fabriken, die mit nur 1000 □″ Reiboberfläche arbeiten, und dann entweder durch eine grössere Geschwindigkeit der Reibtrommel von z. B. 1000 Drehungen pro Minute, was (1000 × 1000 =) 1,000,000 □″ Oberfläche pro Minute gäbe, einen feineren Brei zu gewinnen suchen; oder, was meistens der Fall ist, sie stehen in Bezug auf Feinheit des Reibsels und Menge des Saftgewinnes denjenigen

Fabriken, welche grössere Reibflächen haben, um ein Bedeutendes nach.

Nun hat aber eine grössere Geschwindigkeit stets unangenehme Folgen, als leichtes Warmlaufen der Achsen und Lager, öfteres Schmieren, raschere Abnutzung, häufige Reparatur etc., so dass eine geringere Geschwindigkeit gleichsam eine Garantie für den Fabrikanten bildet, ganz abgesehen davon, dass sie ihm die Möglichkeit bietet, bei einer etwaigen Vergrösserung des Betriebes die Leistung durch grössere Geschwindigkeit der Trommel sogleich zu erhöhen. Ebenso darf die Vorrichtung, um die Rüben an den Reibcylinder zu drücken, die sogenannten Poussoirs, sich nur langsam bewegen; vortheilhaft ist es, sie nur viermal in einer Minute sich drehen zu lassen, oder ihnen $^1/_{20}$ der Geschwindigkeit der Reibe zu geben. Bewegen sich die Poussoirs schneller, so werden die Rüben zu kräftig angedrückt und der Brei wird nicht so fein, als erwünscht wäre.

Der Kraftbedarf zum Betriebe einer Reibe variirt je nach der Menge der damit zu zerkleinernden Rüben. Nach meinen in der Praxis gemachten Beobachtungen ist für je 220 Ctr. Rüben eine Pferdekraft erforderlich. Für die tägliche Leistung von 1000 Ctr. Rüben wäre der Kraftaufwand demnach zu (1000 : 220 =) 4,5 oder $4^1/_2$ Pferdekräften wirklicher Leistung zu schätzen, oder zu 9 Pferdekräften nominell, da die Dampfmaschinen gewöhnlich nur die Hälfte der nominellen Pferdekraft ausüben. Dieser Kraftbedarf variirt natürlich ein wenig, je nach dem Zustande der Rüben, ihrem verschiedenen Wassergehalt etc.; ebenso ist es von Einfluss, ob der Winkel, in welchem die Rüben an die Reibtrommel geschoben werden, mehr oder weniger spitz ist.

Die stereotype Annahme des Kraftbedarfs von 4 Pferdekräften als genügend für eine Reibe ist unrichtig, da der Kraftbedarf nur nach der Menge Arbeit, welche die Reibe verrichtet, abzuschätzen ist. Eine Reibe, die also 1500 Ctr. Rüben zerkleinert, wird mehr Kraft zu ihrer Bewegung erfordern, als eine solche, die bei gleichen Dimensionen nur 1000 Ctr. Rüben in demselben Zeitraume verarbeitet. Durch vielfältige Beobachtungen und Vergleichungen verschiedener Fabriken habe ich gefunden, dass eine effective Pferdekraft (das Doppelte der nominellen) je nach der grösseren oder geringeren Schärfe der Zähne, Grösse und Reinheit der Rüben, 210 bis 280 Ctr. Rüben täglich zu zerkleinern im Stande ist. Daraus entnahm ich die im Obigen zu Grunde gelegte mittlere Leistung von 220 Ctr., um

sicher zu gehen und keine zu schwache Maschinen als genügend zu empfehlen.

Für je 220 Ctr. in 24 Stunden zu verarbeitender Rüben muss also die Dampfmaschine eine wirkliche Pferdekraft für die Reiben aufwenden, oder für je 110 Ctr. Rüben eine nominelle Pferdekraft. Bei einer täglichen Leistung von z. B. 3300 Ctr. Rüben also z. B. 30 nomineller oder 15 Pferdekraft wirklicher Leistung.

Hierbei ist die Berechnung der nominellen Pferdekraft der Dampfmaschinen folgendermaassen gemacht worden.

Der Dampfdruck in Pfunden pro 1 □″ ist erst mit der Kolbenfläche in Quadratzollen und dann mit der Kolbengeschwindigkeit pro Minute in Fussen ausgedrückt multiplicirt. Das Product wurde durch 33000 (als der Leistung eines Pferdes in Fusspfunden engl. Gewicht) dividirt, was die nominelle Pferdekraft ergiebt.

Wird dies Ergebniss halbirt, so erhält man die in den meisten Fällen wirklich ausgeübte Leistung in Pferdekräften. Da jedoch die Dampfmaschinen sehr verschiedene Leistungseffecte besitzen können, so wird im Folgenden immer die nominelle Pferdekraft angegeben werden.

Nach dieser Annahme sind zur Zerkleinerung von 1000 Ctr. Rüben pro Tag (1000 : 110 =) 9 (nominelle) Pferdekräfte erforderlich.

Wir gehen nun zur Saftgewinnung mittelst hydraulischer Pressen über. Da nach den früheren speciellen Mittheilungen grosse Pressen vortheilhafter sind als kleine, so nehmen wir nur auf die ersteren Rücksicht. Die Packfläche von 26″ im Quadrat bietet 676 □″, welche bei einer Packhöhe von 30″ = 20,280 Cubikzoll Inhalt für die Packung einer Presse geben. Da nun 33 Cubikzoll von schon durch eine Platte vorgepresstem Brei = 1 Pfd. wiegen, so enthält solche Presse (20,280 : 33 =) 615 Pfd. in Tücher verpackten Brei, oder rechnen wir in runder Zahl nur 600 Pfd. Nimmt man nun für die Dauer jeder Pressoperation z. B. 30 Minuten Zeit als erforderlich an (was übrigens jeder Fabrikant nach seiner Einsicht ändern kann), so macht eine solche Presse pro Stunde zwei Operationen, sie verarbeitet also pro Stunde 1200 Pfd. Rübenbrei, in 22 Arbeitsstunden daher (22 . 12 =) 264 Ctr., oder sagen wir, indem wir auf alle kleinen Zeitverluste Rücksicht nehmen, in runder Summe 250 Ctr.

Zur täglichen Verarbeitung von 1000 Ctr. Rüben wären dem-

nach unter den hier angeführten Bedingungen (1000 : 250 =) 4 solcher Pressen vollständig genügend.

Zum Betriebe einer jeden Presse ist ein Pumpwerk nöthig, welches entweder aus einer grossen und einer kleinen, oder aus drei besonderen Pumpen verschiedener Grösse besteht. Wir wollen im Folgenden näher untersuchen, wie viel Kraft erfordert wird, die mechanische Arbeit des Pressens zu verrichten.

Um aus dem in der hydraulischen Presse befindlichen Rübenbrei den Saft durch Druck zu erhalten, bedarf es wenigstens eines Druckes von 180 bis 200 Atmosphären oder von 3000 Pfd. pro 1 □″ des Presskolbens. Die mechanische Kraft, welche diesen Druck hervorbringt, muss daher entschieden grösser sein, um einen solchen Widerstand mit Sicherheit und Schnelligkeit überwinden zu können.

Nehmen wir im ungünstigsten Falle, oder um eine einfachere Rechnung zu haben, den Kolben der kleinen Pumpe anstatt $^7/_8$″ zu 1″ Durchmesser an, so lastet auf seiner Kreisfläche von 0,79 □″ ein Druck von (3000 . 0,79 =) 2370 Pfd., welcher durch die Maschinenkraft überwunden werden muss. Da die Pumpe bei jedem Hube z. B. 3″ oder $^1/_4$′ zurücklegt und pro Minute 40 Hübe macht, so ist ihre Gesammtleistung in dieser Zeit (40 . $^1/_4$. 2370 =) 23,700 Fusspfund; es ist also zum Betriebe einer Pumpe streng genommen (23,700 . 33,000 =) 0,72 Pferdekraft nöthig, und man rechnet daher im praktischen Leben 0,75 oder $^3/_4$ Pferdekraft, was genügend erscheint, um auch die Reibungswiderstände und die Last einer Pumpe zu überwinden.

Die Leistung der Pumpe, einen Druck von 2370 Pfd. bei jedem Hube fortzupflanzen, wird jedoch erst nach 3 bis 5 Minuten nach Anfang der Pressung erfordert, denn zu Anfang des Pressens bis $^1/_3$ der Höhe bedarf man höchstens 50 Atmosphären oder 750 Pfd. pro 1 □″ auszuüben. Daher ist es denn auch erklärlich, weshalb Dampfmaschinen, die nicht kräftig genug sind, alle die Widerstände leicht zu überwinden, langsamer gehen, wenn sich mehrere Pressen unter hohem Druck befinden. Der Fabrikant sollte deshalb auch nie mehrere Pressen zugleich ganz ablassen, und dann wieder gleichzeitig unter den höchsten Druck setzen, weil dadurch die Betriebsmaschine sehr ungleich beansprucht würde, also einmal rasch und ein andermal langsam gehen müsste bei gleicher Zuströmung des Dampfes.

Hierbei erlaube ich mir zugleich die Bemerkung zu machen, dass die grosse Pumpe in vielen Fabriken oft zu lange in Thätigkeit erhalten wird, so dass ihre Kraftäusserung den oben berechneten Kraft-

bedarf übersteigt. Man findet nämlich oft, dass dieselbe bei 2″ Durchmesser erst bei dem Drucke von 100 Atmosphären oder 1500 Pfd. (engl.) pro 1 □″ aufhört zu wirken. Da nun die Kreisfläche eines solchen Pumpenstempels = 3,14 □″ ist, so lasten darauf (3,14 . 1500 =) 4710 Pfd., und wenn der Hub dieser Pumpe ebenfalls 3″ = 1/4′ bei 40 Hüben pro Minute ist, so wäre ihre Leistung (4710 . 1/4 . 40 =) 47,100 Fusspfund pro Minute oder (47,100 : 33,000 =) 1,43 Pferdekräfte; also bedeutend mehr als bei der kleinen Pumpe. Durch eine solche Anordnung würde demnach die Maschine zu bestimmten Zeiten um ein Bedeutendes mehr belastet sein, und es folgt also daraus, dass die Gewichte der Auslösevorrichtung (siehe S. 194 bis 197 dieses Werkes) dem Durchmesser der Pumpe entsprechend so regulirt werden müssen, dass eine bestimmte Leistung nie überstiegen wird. Die grosse Pumpe müsste also bei obigem Beispiele von 2370 Pfd. pro 1 □″ für die kleine Pumpe ihre Wirkung beendigen, sobald dieser Druck erreicht wäre. Arbeitet sie noch ferner mit, so kann bei der Menge Wasser, welche sie injicirt, und bei dem heftigen Stosse, der durch das Wasser ungeschwächt fortgepflanzt wird, leicht ein Springen der Presse stattfinden, da der plötzliche Stoss viel gewaltiger in seiner Wirkung ist als ein ruhiger, selbst höherer Druck.

Stellen wir nach diesen Betrachtungen und Bemerkungen nun den sämmtlichen Kraftbedarf zusammen, der zur Saftgewinnung durch Reiben und Pressen erforderlich ist, so erhalten wir für jede 1000 Ctr. täglich zu verarbeitender Rüben:

Zum Betriebe für jede Pumpe sind (2 . 0,75 =) 1,5 nomineller Pferdekraft der Dampfmaschine erforderlich, für 4 Pumpen daher (4 . 1,5 =)	=	6 Pferdekräfte.
Zur Reibe wären, wie oben bemerkt, genügend .	=	9 „
Zum Betriebe der Waschmaschine und zur Beschaffung der nöthigen Wassermenge rechnet man	=	3 „
Es erfordert also die Saftgewinnung mittelst hydraulischer Pressen aus 1000 Ctrn. Rüben in 24 Stunden in Summa	=	18 Pferdekräfte.

Die anderen im Früheren näher besprochenen Saftgewinnungsmethoden erfordern theils mehr, theils weniger Kraft. Da jedoch die hydraulische Presse bis jetzt noch die sicherste und verbreitetste Vorrichtung zur Saftgewinnung ist, so ist der Kraftbedarf nur für diese

berechnet und muss wegen der anderen Methoden auf die Capitel über Maceration, Schleudern etc. verwiesen werden.

Wir gehen nun über zur Berechnung der Grösse aller bei der Verarbeitung des Saftes erforderlichen Geräthschaften.

Bei der Scheidung wollen wir annehmen, dass der höchstmögliche Ertrag an Saft, 92 Proc. der Rübe, erzielt würde. 1000 Ctr. Rüben ergäben demnach 920 Ctr. Saft in 22 Arbeitsstunden oder (92,000 : 22 =) 4182 Ctr. Saft pro Stunde. Der rohe Rübensaft erleidet bekanntlich leicht Zersetzung, welche besonders bei längerer Zeitdauer in der Wärme, also auch beim Anwärmen des Saftes in den Scheidekesseln, befördert wird. Um dieselbe möglichst zu verhüten, verarbeitet man den gewonnenen Rübensaft so rasch als möglich und es ist daher zu rathen, die Scheidekessel nicht grösser zu machen, als das Saftergebniss einer halben Stunde beträgt. Auf diese Weise ist es verhindert, dass der Saft länger jenen schädlichen Einflüssen ausgesetzt bleibt. Da man in unserem Falle pro Stunde 4182 Pfd. Saft erhält, so ist das Resultat einer halben Stunde 2091 Pfd., so dass der Inhalt eines jeden Scheidekessels nach Abzug des freibleibenden Randes, um ein Ueberwallen des Saftes zu verhüten, (2091 : 67 Pfd. =) 31,2 Cubikfuss betragen müsste.

Zwar führt man bei den verschiedenen Saftgewinnungsmethoden noch mehr oder weniger Wasser mit in den Scheidekessel, was hier nicht in Anschlag gebracht ist, doch kürzt man bei z. B. 10 Proc. Wasser die Zeit der Füllung lieber um 10 Proc. ab und führt sie anstatt in 30 Minuten schon in 27 Minuten aus; ja man stellt bei noch mehr Wasserzulauf lieber einen Scheidekessel mehr auf, als dass man den Inhalt derselben vergrössert. Wenigstens entspricht dies dem Zweck der besseren Conservation des Saftes besser.

Um diese 2091 Pfd. Saft gleichfalls in einer halben Stunde bis zum Aufwallen zu erhitzen, wozu (bei 6° Wärme des Saftes) seine Temperatur um (81 — 6 =) 75° erhöht werden muss, bedarf man (2091 . 75 =) 156,825 W.-E. Da nun 1 □′ Fläche des Kupferbodens, wie derselbe zu den Scheidepfannen gewöhnlich angewendet wird, pro Stunde nahezu 6600 W.-E. überträgt, oder in einer halben Stunde 3300 W.-E., so sind zur Mittheilung dieser Wärmemenge nothwendig $\left(\frac{156,825}{3300} =\right)$ 47,5 □′ Bodenfläche für jeden Scheidekessel.

Da nun theils aus den Doppelböden die Luft durch den Dampf schwierig verdrängt, theils durch die Dicke der Kupferböden die

Wärmemittheilung doch noch sehr verzögert wird, so ist es zweckmässiger, den Dampf in Schlangenröhren wirken zu lassen, welche ein vollständiges Austreiben der Luft sowie auch ihre Anfertigung aus schwächerem Materiale gestatten. Aus diesen zwei Gründen braucht die Heizfläche derselben nur 60 Proc. der ersteren, also 29□″ zu betragen. Die Ersparung an Anlagekosten ist daraus leicht ersichtlich, nur darf auch nicht unberücksichtigt bleiben, dass das Reinigen nach jeder Operation durch diese Aenderung erschwert wird.

Mitunter ereignet es sich, dass in den Scheidepfannen, ungeachtet der genügend berechneten Dimensionen, der Rübensaft nicht rasch genug erwärmt wird, wenn derselbe eine schleimige Substanz enthält, die sich auf den Doppelboden anlegt und dadurch die Wärmemittheilung verzögert. In diesem Falle dürfte ein häufiges Umrühren des Saftes (also ein fortwährendes Reinigen des Doppelbodens von jenen schlecht leitenden Substanzen) wesentliche Dienste leisten, wie denn überhaupt die langsame Bewegung des Saftes mittelst eines geeigneten Rührers in der ersten Zeit der Erwärmung nur von Vortheil sein könnte.

Die Menge der erforderlichen Scheidekessel ergiebt sich in unserem Beispiele aus der Zeitdauer der Operation. Wir nahmen das Füllen eines Scheidekessels an zu 30 Minuten. Das Anwärmen kann erst nach 15 Minuten langem Einlaufen anfangen, könnte also 15 Minuten nach gänzlichem Füllen des Kessels beendigt sein. 10 Minuten erfordert das Absetzen, wenn man sicher und gut arbeiten will. 30 Minuten höchstens würde das Ablaufen des Saftes dauern. 20 Minuten vergehen mit Schlammablassen und Reinigen der Pfanne. 105 Minuten oder $1^3/_4$ Stunden ist daher die Dauer der Operation bis zur Wiederbenutzung der Pfanne, und da in jeder halben Stunde ein Kessel gefüllt wird, so wären vier Scheidepfannen obiger Grösse in einem solchen Falle aufzustellen.

Von dem geschiedenen Safte bleibt nach Ablaufen des klaren Saftes in jedem Scheidekessel gewöhnlich $^1/_4$ (bis $^1/_5$), also in diesem Falle 523 Pfd. etwas trübe als sogenannter Schlamm zurück, der in Säcke oder Schlammbeutel abgezogen wird, um durch eine Presse in festen Rückstand und ablaufende Flüssigkeit geschieden zu werden. Da jeder Pressbeutel circa 15 bis 20 Pfd. Scheideschlamm fasst, so sind hierzu (523 : 20 =) 26 bis 30 solcher Beutel von ordinairer Leinwand nöthig, die in einer Presse Platz finden müssen. Der feste

Rückstand nach dem Pressen beträgt 3 bis 5 Proc. des Saftes, also hier 60 bis 100 Pfd. pro Kessel.

Die zu der nun folgenden Saturation dienenden Kessel fassen vortheilhaft jeder den Inhalt eines Scheidekessels oder 2091 Pfd. in diesem Falle, doch vergrössert man, da der Saft beim Einströmen der Kohlensäure gewaltig schäumt, auch wohl ihren Inhalt auf das Doppelte, und giebt ihnen also für unser Beispiel ungefähr 63 Cubikfuss Rauminhalt. Besser erscheint es jedoch, die Kessel nur halb so gross also von 31,5 Cubikfuss zu nehmen, und den Inhalt einer Scheidepfanne in zwei solchen Gefässen zu vertheilen.

Das Sättigen des Kalkes mit Kohlensäure nimmt gewöhnlich 15 bis 20 Minuten bei jeder Pfanne in Anspruch, und für das Absetzenlassen sind ebenfalls 15 bis 20 Minuten in Anschlag zu bringen, so dass vier solcher Gefässe genügend erscheinen, wobei für das Ablaufen und Reinigen derselben noch Zeit genug übrig bleibt.

Der geschiedene Saft enthält oft, je nach der Qualität der Rübe, die zweifache Menge Kalk von der in Kalkwasser gelösten; 350 Thle. Saft enthalten 1 Thl. Kalk. Diese Kalkmenge soll nun durch Kohlensäure auf $1/4$ reducirt werden, derart, dass nur 1400 Thle. Saft noch 1 Thl. Kalk enthalten. Da das Kalkwasser 0,143 Proc. Kalk enthält, so wären in solchen geschiedenen Rübensäften (2 . 0,143 =) 0,286 Proc. Kalk enthalten und da ferner der saturirte Saft nur $1/4$ davon enthalten soll oder 0,071 Proc. Kalk, so müssen daraus entfernt werden 0,215 Proc. Kalk, oder in unserem Beispiele pro Scheidekessel von 2091 Pfd. Saftinhalt (2091 . 0,215 =) 4,5 Pfd. Kalk.

Da nun kohlensaurer Kalk aus 56 Proc. Aetzkalk und 44 Proc. Kohlensäure besteht, so würden 4,5 Pfd. Aetzkalk auch 3,53 Pfd. Kohlensäure erfordern, um sich in kohlensauren Kalk verwandeln zu können, und da 1 Pfd. reiner Kohlensäure = 9,354 Cubikfuss einnimmt, so würden dazu (3,53 . 9,354 =) 33,2 Cubikfuss reiner Kohlensäure erforderlich sein.

Die Kohlensäure wird gewöhnlich aus Holzkohlen oder Coaks bereitet, die circa 80 Proc. reinen Kohlenstoff enthalten, und es ist zur Erzeugung von 3,53 Pfd. Kohlensäure beinahe 1 Pfd. Kohlenstoff nöthig.

Zur Saturation einer Scheidepfanne müsste also ungefähr 1,2 Pfd. Holzkokle oder Coaks verbrannt werden, und da 1 Pfd. Holzkohle 303 Cubikfuss Luft zur Verbrennung erfordert (1 Pfd. Coaks = 277 Cubikfuss), so müssten in dem Falle unseres Beispieles (1,2 . 303 =)

363,6 Cubikfuss durch die Pumpe in dem Zeitraume von 20 (höchstens 30) Minuten in den Saft getrieben werden können. Daraus ergeben sich die Dimensionen der Kohlensäurepumpe von selbst.

Der durch Absitzen und Filtriren über kleine Vorfilter von dem ausgeschiedenen kohlensauren Kalke befreite Saft wird nun mittelst Saftheber (Montejus) nach den Reservoiren über die Filter gehoben. Es ist hierbei zweckmässig, dass dies Montejus genau wieder den Inhalt eines Saturationsgefässes fasst. Dadurch wird dasselbe weder zu voll noch zu leer gelassen und die Arbeit regulirt sich gleichsam von selbst. Auch die Reservoire über den Filtern haben vortheilhaft die Grösse der Scheidekessel, wodurch die rasche Uebersicht und Controle sehr erleichtert werden. Die Zahl der Reservoire über den Filtern für jeden Saft beträgt vortheilhaft drei Stück. Eins wird gefüllt und klärt sich dann in der Ruhe noch von etwa mitgerissenen Unreinigkeiten; ein zweites wird auf das Filter ausgeleert, das dritte wird gereinigt und steht dann bereit, wieder Saft aufzunehmen.

Bei Betrachtung der nun folgenden Filtration ist zunächst die Frage zu beantworten, wie gross ein Filter sein müsste, um für das angenommene Quantum Saft zu genügen.

Wir hatten oben berechnet, dass pro Stunde 4182 Pfd. Saft erzielt würden, von denen zur ersten Filtration 15 Proc. Kohle pro 100 Saft angewendet werden mögen, was einen Verbrauch von 627 Pfd. Knochenkohle pro Stunde betrüge. Ausser der Menge anzuwendender Kohle hängt die Grösse der Filter davon ab, wie lange Saft und Kohle mit einander in Berührung bleiben sollen. Wünschen wir z. B., dass die Kohle eine ganze Stunde lang auf den Saft wirken solle, so muss das stündlich erzielte Saftquantum die Zwischenräume der Kohle im Filter gerade ausfüllen. Da dieses Quantum bei einem regelmässigen Betriebe ein bestimmtes ist, und der Abfluss aus dem Filter dem Zuflusse des Saftes proportional sein muss, so ist dadurch ein Maass gegeben zur genauen Regulirung der Berührungszeit. Wählt man die Filter grösser, so bleibt der Saft länger mit der Kohle in Berührung, und weil davon (nebst der Schnelligkeit der Eindickung) die Zeit abhängt, während welcher der leicht zersetzbare Rübensaft die Stadien der Fabrikation überhaupt durchläuft, so darf dieselbe nicht zu sehr verlängert werden. Die Erfahrung lehrt, dass ungefähr 60 Proc. vom Gewichte einer guten Kohle an Saft genügen, um sämmtliche Zwischenräume der Kohle zu füllen. Aus der Proportion $60 : 100 = 4182 : x$ ergiebt sich nun, dass das Filter 6970 Pfd. neuer Kohle fassen müsste.

In der Praxis lässt man nun den Saft gewöhnlich nur eine halbe Stunde im Filter mit der Kohle in Berührung. Für unser Beispiel, wo wir in jeder halben Stunde 2091 Pfd. Saft erhalten, würde also ein Filter doch 3485 Pfd. Kohle fassen müssen, um in den Zwischenräumen dieser Menge jene 2091 Pfd. Saft zu fassen, von wo eine gleiche Quantität Saft nach einer zweiten halben Stunde diese 2091 Pfd. genau oder doch annähernd wieder verdrängte.

Nimmt man nun an, dass 60 Pfd. guter Kohle einen Cubikfuss Raum ausfüllen, so würde dies (3485 : 60 =) 58 Cubikfuss Inhalt pro Filter für den Dünnsaft aus 1000 Ctr. Rüben täglich erfordern.

Die Dauer des Laufes eines solchen Filters unter den obigen Bedingungen, wonach 627 Pfd. Kohle pro Stunde angewendet werden sollen, würde (3485 : 627 =) $5\frac{1}{2}$ Stunde betragen.

Die grosse Praxis hat übrigens gelehrt, dass die hier berechneten Grössen und Dimensionen vollkommen genügend sind, und dass eine solche Regelmässigkeit der Filtration eine grosse Sicherheit für den günstigen Erfolg bietet.

Die Anzahl der Filter wäre bei einfacher Filtration in diesem Falle auf drei Dünnsaftfilter derart zu beschränken, dass ein Filter in Thätigkeit ist, der zweite Filter abgesüsst und geleert, der dritte gefüllt und ausgedämpft wird.

Die obigen Dimensionen der Filter können jedoch noch bedeutend reducirt werden, wenn man den Rübensaft von einem Filter auf einen anderen übersteigen lässt. Hat man nämlich die halbstündige Filtration gewählt, und will man den Saft über zwei Filter laufen lassen, so hat der Saft auf jedem einzelnen Filter nur eine Viertelstunde zu verweilen, und da in einer Viertelstunde nur (2091 : 2 =) 1045 Pfd. Saft erzielt werden, so hätte auch jeder Filter nur diese Menge Saft in den Zwischenräumen der Kohle aufzunehmen, und brauchte in Folge dessen nur (nach obiger Annahme von 60 : 100 = 1045 : x =) 1742 Pfd. Kohle zu fassen, oder (1742 : 60 =) 29 Cubikfuss Rauminhalt; also z. B. bei 13 Fuss Höhe nur 20 Zoll Durchmesser zu besitzen. Die Zeitdauer der Thätigkeit jedes Filters wäre eine kürzere, in diesem Falle nämlich (1742 : 627 =) 2,8 Stunde. Es würden nach je 2,8 Stunden nur die halben Quantitäten Süsswässer erhalten werden, als in dem früheren Falle, in Folge dessen die Abdampfapparate regelmässiger diese grossen Quantitäten Wasser erhalten und folglich auch rascher deren Abdampfung bewirken könnten, so dass dieselben nicht so leicht sauer würden, da die Säfte und

Süsswässer nur circa 3 Stunden mit der Kohle in Berührung bleiben, statt wie früher ungefähr 6 Stunden, wobei sie häufig schon ein wenig sauer aus dem Filter treten. Endlich wird das Leeren und Füllen der Filter regelmässiger in kürzeren Zwischenräumen stattfinden. Die Zahl der Filter würde dabei fünf (bis sechs) sein müssen, da drei im Gange, eins im Absüssen und Entleeren und eins im Füllen und Ausdämpfen wäre.

Eine solche aus 5 Filtern bestehende, vollständig armirte *) Filterbatterie wird durch Fig. 174 dargestellt, während Fig. 175 den senkrechten Durchschnitt eines arbeitenden Filters zeigt.

Die Standrohre *S* dienen als Bindeglieder zwischen den einzelnen Zuleitungsröhren und dem Filter und führen letzterem mittelst der Kniehähne *c d e f* Dampf, Wasser, Dünnsaft oder Dicksaft zu. Jedes Standrohr ist am unteren Ende durch das Uebersteigrohr *u'* mit dem Steigrohr *u* des vorigen Filters und oben durch den Lufthahn *L* mit dem durch *L''* verschliessbaren Luftrohre *L'* verbunden. Saftausströmung durch dieses Rohr in den Eimer *E* kündigt vollständige Füllung des Filters an und giebt das Zeichen zum Schliessen von *L* und *L''* und zum Beginne des regelmässigen Filtrirens. Die Hähne *a a* dienen zum öfteren Ausdämpfen sämmtlicher Rohre.

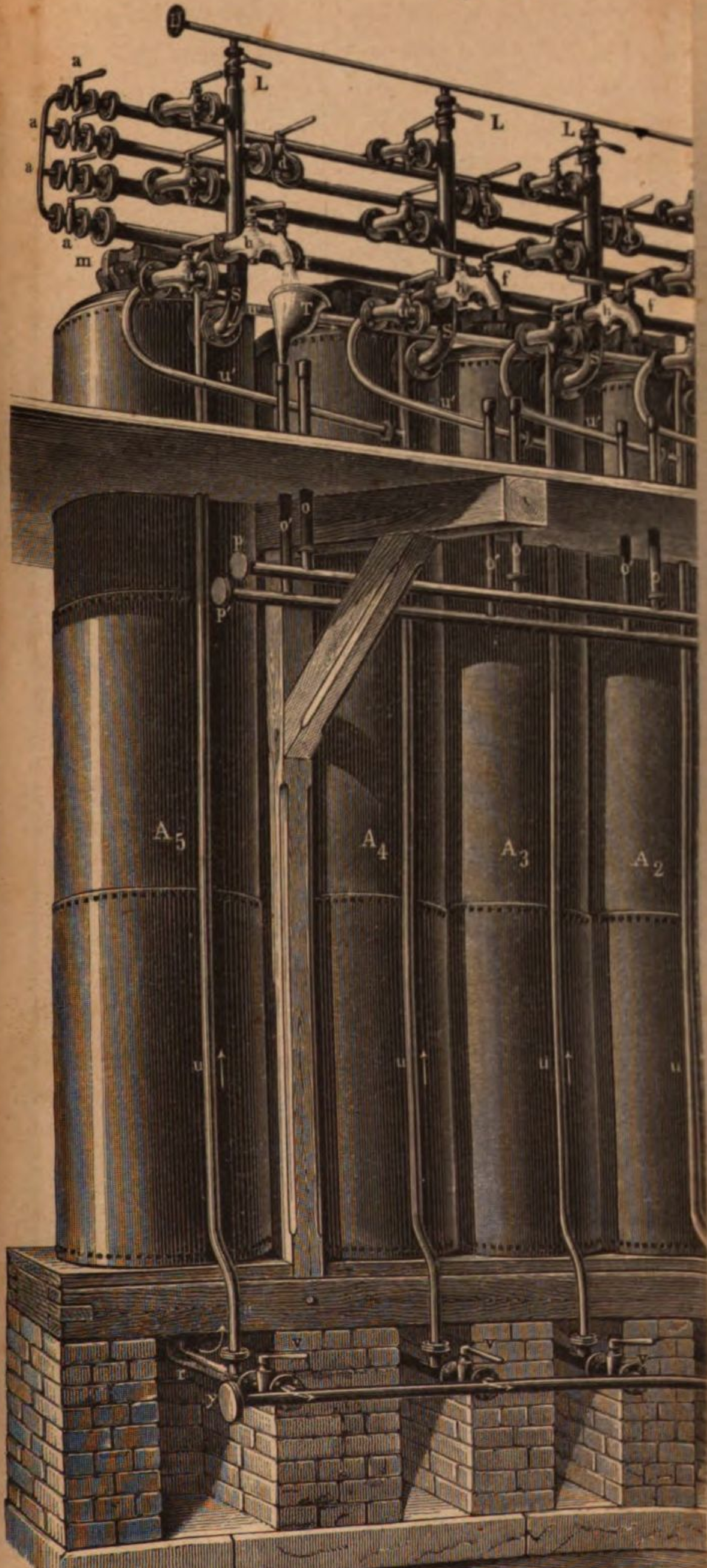
Der filtrirte Saft wird bei dieser Construction durch die Trichter *T T*, welche in die oberen Mündungen der senkrechten Rohre *o* und *o'* conisch einpassen und je nach der Function der Filter umgesteckt werden, aufgenommen, und wenn Dünnsaft durch *p*, wenn Dicksaft durch *p'* weiter geführt. Die nicht benutzten Rohre *o* und *o'* werden oben mit Messingkapseln verschlossen.

Das nach beendeter Aussüssung in den Filtern zurückbleibende Wasser lässt man durch die unteren Hähne *v v* und das durch den Hahn *z* verschliessbare Rohr *y* abfliessen. Die Zugänglichkeit dieses Abflusses gestattet die Controle der Aussüssung mittelst eines empfindlichen Aräometers.

Wir wenden uns nun zur Verdampfung des Saftes. In unserem Beispiele sind pro Stunde 4182 Pfd. Saft von 10 bis auf 50 Proc. Bg. einzudicken. In diesen 4182 Pfd. Saft sind à 10 Proc. Zuckergehalt = 418 Pfd. Zucker enthalten, und es ist also nach der Proportion

*) Die hier dargestellte, äusserst zweckentsprechende Armatur ist von Fr. Zickerick, Kupferwaarenfabrikant in Wolfenbüttel, construirt und von demselben in neuester Zeit in vielen Fabriken der Braunschweiger Umgegend ausgeführt.

Fig. 174.



50 : 100 = 418,2 : x stündlich ein Quantum von 836,4 Pfd. Dicksaft à 50 Proc. Bg. zu erwarten. Aus dem Safte wären daher pro Stunde (4182 — 836 =) 3346 Pfd.
Wasser zu verdampfen. Dazu käme noch das Absüsswasser der Dünnsaftfilter mit dem doppelten Quantum der gebrauchten Kohle von 627 Pfd. pro Stunde, also mit = 1254 „
das Süsswasser der Dicksaftfilter mit 2 . 282 = 564 „
das zur Saftgewinnung noch hinzugesetzte Wasser, das wir mit 20 Proc. hier ansetzen wollen = 837 „
Summa 6001 Pfd.

Da nun 1 □′ Heizfläche eines einfach wirkenden Apparates mit geradstehenden Röhren circa 13 Pfd. Wasser pro Stunde verdampft, so wären in einem solchen Falle dazu (6001 : 13 =) 461,6 □′ Heizfläche nöthig.

Bei genügender Menge von Retourdämpfen wäre aber ein Quadratfuss in Form von Schlangenröhren gegen 30 Pfd. Wasser aus guten Säften zu verdampfen im Stande. Man bedürfte also bei diesen nur (6001 : 30 =) 200 □′ Heizfläche.

Um jedoch nicht zu gering anzuschlagen, nimmt man in der Praxis an, dass Apparate mit Schlangenröhren nur 60 Proc. derjenigen Heizfläche erfordern, welche man Apparaten mit geradstehenden Röhren giebt. Wenn wir daher für letztere oben 461,6 □′ berechneten, so genügten in diesem Falle (461,6 . 60 =) 277 □′ für Apparate mit Schlangenröhren.

Bei doppeltwirkenden Apparaten würden demnach 554 □′ Heizfläche in Summa für Schlangenröhren und bei dreifach wirkenden 831 □′ Heizfläche vollkommen genügen, während bei geradstehenden Röhren und zweifacher Wirkung des Dampfes (1 □′ = 8,8 Pfd. Wasser) 682 □′, und dreifacher Wirkung des Dampfes (wo 1 □′ 4,5 Pfd. verdampft) 1333 □′ erforderlich wären.

Einige praktische Ingenieure nehmen an, dass für je 500 Pfd. täglich zu verarbeitender Rüben 1 □′ Heizfläche in Form von Schlangenröhren (und um 67 Proc. mehr bei geradstehenden) für jeden Körper den Abdampfapparaten zu geben sei, was für unser Beispiel 200 □′ pro Körper betrüge und mit der obigen Annahme von 199,8 □′ sehr nahe übereinstimmt. Doch würde es vorzuziehen sein, statt dessen wenigstens 250 □′ Heizfläche in Schlangenröhren pro Körper anzuwenden.

Bei Bestimmung der Grösse der erforderlichen Luftpumpen für

Abdampfapparate ist durch Versuche gefunden worden, dass für jede 10 Ctr. täglich verarbeiteter Rüben pro Minute 1 Cubikfuss Capacität der Luftpumpe genügt. Bei einer Verarbeitung von 1000 Ctr. Rüben täglich müsste daher z. B. die Luftpumpe des Abdampfapparates pro Minute (1000 : 10 =) 100 Cubikfuss Luft zu entleeren im Stande sein. Da nun eine Luftpumpe z. B. 50 Touren pro Minute macht und doppelt wirkt, so müsste sie bei jedem Doppelhube (100 : 50 =) 2 Cubikfuss entleeren, oder bei jedem einfachen Hube 1 Cubikfuss oder 1728 Cubikzoll. Daraus lässt sich Hub und Durchmesser leicht berechnen. Bei einem Hube von 15 Zoll z. B. würde die Kolbenfläche (1728 : 15 =) 115□″, der Durchmesser also $12^1/_5$″ betragen müssen.

Die hier angegebenen Daten sind die niedrigsten, um befriedigende Resultate zu liefern. Man sollte nie darunter gehen und nicht vergessen, dass grössere Luftpumpen wesentlich dazu beitragen, schneller abzudampfen, also die Leistungsfähigkeit der Apparate zu erhöhen.

Auf die Verdampfung folgt die Dicksaftfiltration. In unserem Beispiele erhalten wir pro Stunde 836 Pfd. Dicksaft à 50 Proc. Bg., und da der Dicksaft nicht so leicht wie der Dünnsaft einer Zersetzung unterliegt, so kann man ihn ohne Gefahr eine Stunde lang mit der Kohle in Berührung lassen.

Ein Dicksaftfilter für die hier angenommene Verarbeitung müsste demnach (nach der Proportion 60 : 100 = 836 : x) 1393 Pfd. oder in runder Summe 1400 Pfd. Kohle fassen oder einen Rauminhalt von (1400 : 60 =) 23,3 Cubikfuss besitzen.

Hieraus ist ersichtlich, dass die Dicksaftfilter, welche in den Fabriken eben so gross sind als die Dünnsaftfilter, einen zu grossen Inhalt besitzen. Daher tritt denn auch in der Praxis so oft der Uebelstand ein, dass der Dicksaft für den neuen Filter fehlt, während Dünnsaft im Ueberflusse vorhanden ist und sehr rasch laufen muss, der Dicksaft aber sehr lange Zeit mit der Kohle in Berührung bleibt.

Die Dicksaftmenge, welche in unserem Beispiele pro Stunde 836 Pfd. oder in 22 Stunden (836 . 22 =) 18392 Pfd. Dicksaft à 50 Proc. Bg. betrug, muss nun zu Füllmasse verkocht werden. Wir wollen eine geringere Ausbeute von nur 10 Proc. Füllmasse annehmen, um die Heizfläche genügend gross zu berechnen.

Es sind daher an Dicksaft zu verkochen	18392 Pfd.
1000 Ctr. Rüben liefern à 10 Proc. an Zuckermasse . .	10000 „
Es bleiben also	8392 Pfd.

Wasser zu verdampfen in einer Zeit von 15 Stunden, da die übrigen 7 Arbeitsstunden zum Kochen der Syrupe nöthig sind; es wären also pro Stunde (8392 : 15 =) 559 Pfd. Wasser zu verdampfen.

Da nun nach praktischen Ermittlungen beim Kochen auf Korn, wo die Ausscheidung der Krystalle die Verdampfung verzögert, durch 1 □′ Röhrenfläche bis zu 13 Pfd. Wasser pro Stunde verdampft werden, so wären in diesem Falle (559 : 13 =) 43 □′ Heizfläche im Minimum erforderlich, welche jedoch wenigstens um 10 Proc. zu vermehren wären, um für alle Fälle ausreichend zu sein.

Der Inhalt eines Vacuumapparates sollte so gross sein, dass er ein Viertel der täglich zu producirenden Zuckermasse aufnehmen könnte; in diesem Falle also (100 : 4 =) 25 Ctr., und da 1 Cubikfuss solcher Füllmasse circa 96,5 Pfd. wiegt, so würde der Raum für die Zuckermasse (2500 : 96,5 =) 26 Cubikfuss, der Inhalt des Vacuums also das Doppelte betragen müssen. Da man in der Praxis den Inhalt eines Vacuumapparates durch die Anzahl der Brode à 30 Pfd., welche darin auf einmal gekocht werden können, bestimmt, so würde die Füllung eines solchen Apparates für diesen Fall (2500 : 30 =) 83 Brode betragen. Da wir jedoch nur 10 Proc. Füllmasse annahmen, die Füllung aber auf 12 Proc. Zuckermasse ausreichen muss, so wäre die Füllung eines solchen Apparates zu 100 Broden zu berechnen.

Dem aufmerksamen Leser wird nicht entgangen sein, dass in dem hier dargelegten Fabrikbetriebe die Zeitdauer des Aufenthaltes der Säfte in den verschiedenen Stadien der Fabrikation eine bestimmte, vorher berechnete ist, die mit grosser Regelmässigkeit in diesen Schranken bleiben muss, und es dürfte nicht unwichtig sein, die ganze Berechnung der Zeiteintheilung hier zusammenzustellen.

Die Saftgewinnung für einen Scheidekessel dauert		½ Stunde.
Die Scheidung desselben höchstens noch		½ „
Ablaufen, Saturiren, Absetzenlassen, Vorfiltration . .		1½ „
Dünnsaftfiltration		1 „
Die Abdampfung dieses Quantums dauert	½ Stunde,	
da jedoch der Apparat vier- bis fünfmal so viel Dünnsaft erfordert zur Production eines Theiles Dicksaft, so sind dazu Säfte von 5 . ½ . .	= 2½ „	
erforderlich, und da der Apparat selbst voll gehalten werden muss, so sind dazu die Säfte einer Stunde nothwendig	= 1 „	
	Summa 4 Stunden.	4 „
Dauer der Dicksaftfiltration		1 „
Ansammlung des Dicksaftes bis zum Beginn des Kochens		2 „
Dauer des Kochens auf groben Krystall.		4 „
		Summa 14½ Stunden.

Dieses sollte in einer gut organisirten Rübenzuckerfabrik die Zeit sein, in der die Säfte bis zum Stadium der Füllmasse gelangen.

Zwar werden nicht alle Saftpartikelchen in dieser Zeitperiode bis zur Füllmasse gelangt sein, da das Süsswasser später gewonnen wird, auch mehr Zeit zur Eindampfung erfordert etc.; aber doch wird aus dieser Aufstellung zu entnehmen sein, wie weit oft die Fabriken hinter berechtigten Anforderungen zurückbleiben, da beim Beginn der Campagne in mancher Fabrik die erste Füllmasse erst nach 20 und mehr Stunden erhalten wird.

Je schneller der Rübensaft die Stadien der Fabrikation durchläuft, ohne der Dauer der Filtration Abbruch zu thun, desto sicherer ist entschieden das Resultat, desto kräftiger und besser die Waare, weil dabei der Rübensaft den schädlichen Einflüssen der Luft möglichst bald entzogen wird und namentlich die Süsswässer immer noch unzersetzt erhalten werden.

Schon im Früheren bei der Abdampfung sprachen wir über die Grösse der nöthigen Luftpumpen, doch wollen wir hier noch eine andere Art der Berechnung für trockene Luftpumpen aufstellen. Da nämlich 1 Pfd. im Vacuo bei so niedriger Temperatur verdampftes Wasser circa 50 Cubikfuss Dampf entwickelt, und das eingespritzte

kalte Wasser diesen Dampf nicht vollständig zu verdichten vermag, ausserdem auch immer Luft enthält, die beim Eintreten des Wassers in das Vacuum frei wird und die Luftleere beeinträchtigt, so wird der Luftpumpe immer die Aufgabe zufallen, sowohl das mit dem Wasser eingeströmte Luftquantum, als auch den nicht condensirten Theil der Dämpfe zu evacuiren. Eine Pumpe, die diese beiden Zwecke am besten erreicht, wird unstreitig den Vorzug verdienen. Die nasse Luftpumpe hat warmes Wasser zu entleeren, es bleibt also nur eine geringere Capacität derselben übrig, um Luft und Dämpfe fortzuschaffen. Die ganze Leistung der trockenen Luftpumpe dagegen wird auf Evacuirung von Luft und Dämpfen verwandt, und schon daraus erhellt, dass eine solche Pumpe entschieden einen geringeren Luftdruck im Vacuo unterhalten, also auch gestatten wird, bei niederer Temperatur zu kochen. Solche Luftpumpen sind selbst im Stande, $^1/_4$ sämmtlicher im Vacuum erzeugten Dämpfe zu entleeren. In unserem Beispiele waren pro Tag 8392 Pfd. Wasser zu verdampfen, oder pro Stunde 559 Pfd. und pro Minute 9,4 Pfd. Wasser. Diese würden à 50 Cubikfuss = 470 Cubikfuss Dämpfe entwickeln, und um $^1/_4$ davon fortzuschaffen, brauchte die Luftpumpe nur (470 : 4 =) 118 Cubikfuss zu entleeren, oder bei 60 Hüben pro Minute auf jeden Doppelhub nur 2 Cubikfuss, also eine sehr leicht zu leistende Menge. Es kann hiernach gar keinem Zweifel mehr unterliegen, dass für alle Verdampfungen die trockene Luftpumpe den entschiedensten Vorzug verdient und ausserdem nicht durch Absetzen von sogenanntem Wasserstein weder in ihrer Wirkung behindert wird, noch das so sehr lästige Reinigen von demselben erfordert, und es ist um so mehr zu verwundern, dass diese so wirksame Maschine, die in fast allen Fabriken Deutschlands seit Jahren eingeführt wurde, in Russland und Frankreich so wenig gekannt und verbreitet ist.

Die Anlagekosten, wie auch der Kraftbedarf für trockene Luftpumpen sind ausserdem geringer; letzterer beträgt 3 Pferdekräfte (nominelle) pro Pumpe, und es liesse sich daher der Kraftbedarf für Koch- und Verdampfapparat, Schleudern etc. für je 1000 Ctr. täglich zu verarbeitender Rüben etwa folgendermaassen zusammenstellen.

Die Saftgewinnung für einen Scheidekessel dauert		$1/2$	Stunde.
Die Scheidung desselben höchstens noch		$1/2$	„
Ablaufen, Saturiren, Absetzenlassen, Vorfiltration . .		$1 1/2$	„
Dünnsaftfiltration		1	„
Die Abdampfung dieses Quantums dauert	$1/2$ Stunde,		
da jedoch der Apparat vier- bis fünfmal so viel Dünnsaft erfordert zur Production eines Theiles Dicksaft, so sind dazu Säfte von 5 . $1/2$. .	$= 2 1/2$ „		
erforderlich, und da der Apparat selbst voll gehalten werden muss, so sind dazu die Säfte einer Stunde nothwendig	$= 1$ „		
	Summa 4 Stunden.	4	„
Dauer der Dicksaftfiltration		1	„
Ansammlung des Dicksaftes bis zum Beginn des Kochens		2	„
Dauer des Kochens auf groben Krystall		4	„
		Summa $14 1/2$	Stunden.

Dieses sollte in einer gut organisirten Rübenzuckerfabrik die Zeit sein, in der die Säfte bis zum Stadium der Füllmasse gelangen.

Zwar werden nicht alle Saftpartikelchen in dieser Zeitperiode bis zur Füllmasse gelangt sein, da das Süsswasser später gewonnen wird, auch mehr Zeit zur Eindampfung erfordert etc.; aber doch wird aus dieser Aufstellung zu entnehmen sein, wie weit oft die Fabriken hinter berechtigten Anforderungen zurückbleiben, da beim Beginn der Campagne in mancher Fabrik die erste Füllmasse erst nach 20 und mehr Stunden erhalten wird.

Je schneller der Rübensaft die Stadien der Fabrikation durchläuft, ohne der Dauer der Filtration Abbruch zu thun, desto sicherer ist entschieden das Resultat, desto kräftiger und besser die Waare, weil dabei der Rübensaft den schädlichen Einflüssen der Luft möglichst bald entzogen wird und namentlich die Süsswässer immer noch unzersetzt erhalten werden.

Schon im Früheren bei der Abdampfung sprachen wir über die Grösse der nöthigen Luftpumpen, doch wollen wir hier noch eine andere Art der Berechnung für trockene Luftpumpen aufstellen. Da nämlich 1 Pfd. im Vacuo bei so niedriger Temperatur verdampftes Wasser circa 50 Cubikfuss Dampf entwickelt, und das eingespritzte

kalte Wasser diesen Dampf nicht vollständig zu verdichten vermag, ausserdem auch immer Luft enthält, die beim Eintreten des Wassers in das Vacuum frei wird und die Luftleere beeinträchtigt, so wird der Luftpumpe immer die Aufgabe zufallen, sowohl das mit dem Wasser eingeströmte Luftquantum, als auch den nicht condensirten Theil der Dämpfe zu evacuiren. Eine Pumpe, die diese beiden Zwecke am besten erreicht, wird unstreitig den Vorzug verdienen. Die nasse Luftpumpe hat warmes Wasser zu entleeren, es bleibt also nur eine geringere Capacität derselben übrig, um Luft und Dämpfe fortzuschaffen. Die ganze Leistung der trockenen Luftpumpe dagegen wird auf Evacuirung von Luft und Dämpfen verwandt, und schon daraus erhellt, dass eine solche Pumpe entschieden einen geringeren Luftdruck im Vacuo unterhalten, also auch gestatten wird, bei niederer Temperatur zu kochen. Solche Luftpumpen sind selbst im Stande, $^1/_4$ sämmtlicher im Vacuum erzeugten Dämpfe zu entleeren. In unserem Beispiele waren pro Tag 8392 Pfd. Wasser zu verdampfen, oder pro Stunde 559 Pfd. und pro Minute 9,4 Pfd. Wasser. Diese würden à 50 Cubikfuss = 470 Cubikfuss Dämpfe entwickeln, und um $^1/_4$ davon fortzuschaffen, brauchte die Luftpumpe nur (470 : 4 =) 118 Cubikfuss zu entleeren, oder bei 60 Hüben pro Minute auf jeden Doppelhub nur 2 Cubikfuss, also eine sehr leicht zu leistende Menge. Es kann hiernach gar keinem Zweifel mehr unterliegen, dass für alle Verdampfungen die trockene Luftpumpe den entschiedensten Vorzug verdient und ausserdem nicht durch Absetzen von sogenanntem Wasserstein weder in ihrer Wirkung behindert wird, noch das so sehr lästige Reinigen von demselben erfordert, und es ist um so mehr zu verwundern, dass diese so wirksame Maschine, die in fast allen Fabriken Deutschlands seit Jahren eingeführt wurde, in Russland und Frankreich so wenig gekannt und verbreitet ist.

Die Anlagekosten, wie auch der Kraftbedarf für trockene Luftpumpen sind ausserdem geringer; letzterer beträgt 3 Pferdekräfte (nominelle) pro Pumpe, und es liesse sich daher der Kraftbedarf für Koch- und Verdampfapparat, Schleudern etc. für je 1000 Ctr. täglich zu verarbeitender Rüben etwa folgendermaassen zusammenstellen.

Für zwei Luftpumpen (zum Koch- und Verdampfapparat)	6	Pferdekräfte.
Für die Wasserpumpen zur Beschaffung der nöthigen Wassermenge	4,5	„
Für die Kesselspeisepumpe	1,0	„
Für den Betrieb von vier Schleudern der Zucker-Maischmaschine	6,5	„
In Summa	18,0	Pferdekräfte.
Und da für die Betriebskraft für die Saftgewinnung	18,0	„
nöthig waren, so werden in Summa	36	Pferdekräfte

für eine Fabrik von 1000 Ctr. täglicher Leistung erfordert.

Für kleine Fabriken ist es sehr vortheilhaft, nur eine grosse Betriebsmaschine, und zwar am besten eine Balancierdampfmaschine anzulegen, da an den Balancier zugleich die hydraulischen Presspumpen, die Speisepumpen, die Wasser- und Luftpumpen direct angehängt werden können, ohne eine Menge Transmissionsvorrichtungen zu beanspruchen. Eine solche Maschine ist leicht zu übersehen und im Stande zu erhalten, ausserdem in dem Betriebe entschieden billiger (wenn auch theurer in der Anlage) als mehrere kleine Maschinen.

Fig. 176 giebt eine Ansicht einer solchen Maschine. An dem Balancier hängen *aa* die Wasserpumpen, *bb* die Luftpumpen zum Koch- und Verdampfapparat, *c* ist der Dampfcylinder mit *c'* dem Schieberkasten, *d* die Hauptwelle mit dem Schwungrad *e*. Diese Maschinen sind zusammengesetzt und dennoch sehr solide.

Ich muss hier besonders die Fabrikanten in Russland, woselbst früher nur französische Maschinen genommen wurden, darauf aufmerksam machen, dass die Rübenzuckerindustrie in Deutschland weit zweckmässigere Maschinen neuerer Construction adoptirt hat, welche an Preiswürdigkeit, Solidität und Schönheit der Ausführung, sowie an Wirksamkeit jene älteren französischen Maschinen bei weitem übertreffen. Ich erinnere nur an die hydraulischen Pumpen mit doppeltem Piston neben einander, die ebenso solide, einfach, als leicht zu verpacken und zu repariren sind, während die Franzosen sie noch unter einander construiren, so dass man nicht dazu kommen kann. Hervorzuheben sind hier ferner die besseren Constructionen der Reibe, die verbesserten Schleudern mit Kreuzriemen, die Abdampfapparate mit Schlangenröhren, von denen jedes Rohr beim Gange leicht abgesperrt werden kann, die besser wirkenden, billigeren, trocknen Luft-

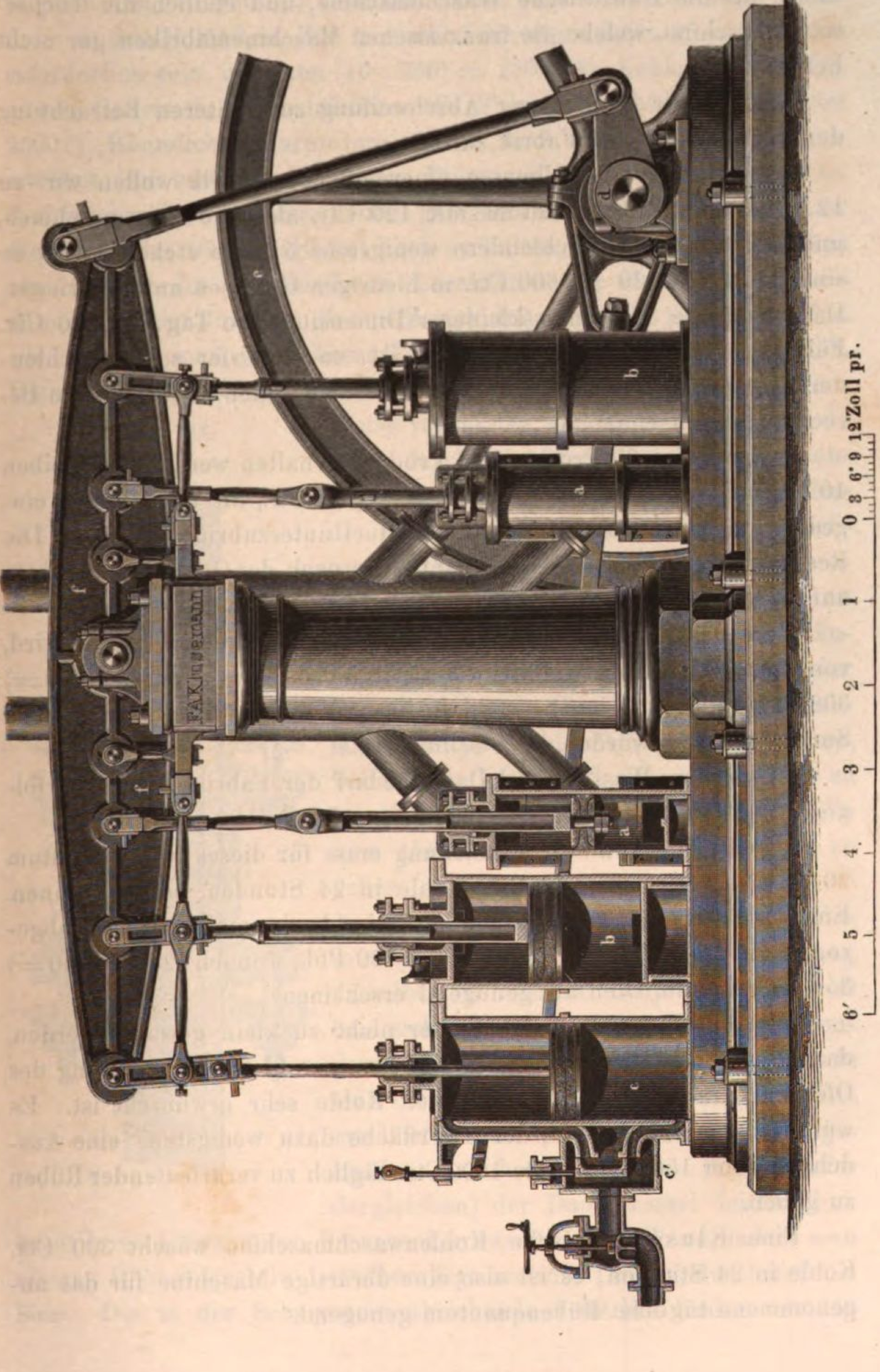


Fig. 176.

pumpen, die Kohlenwaschmaschine, die nur halb so viel Abfall verursacht, als die französische Waschmaschine, und endlich die Tücherwaschmaschine, welche die französischen Maschinenfabriken gar nicht liefern.

Kehren wir nach dieser Abschweifung zur weiteren Betrachtung der Organisation der Fabrik zurück.

Die tägliche Ausfüllmasse einer solchen Fabrik wollen wir zu 12 Proc. vom Rübenquantum mit 120 Ctr. also pro Tag annehmen, und da dieselbe für Schleudern wenigstens 5 Tage stehen muss, so sind davon (5 . 120 =) 600 Ctr. in niedrigen Gefässen unterzubringen. Da ferner eine Schleuder (kleinerer Dimension) pro Tag circa 30 Ctr. Füllmasse zu verarbeiten im Stande ist, so sind vier solcher Schleudern genügend. Beim Gebrauche der Formen oder Kästen ist die Berechnung noch einfacher.

Wenn circa 60 Proc. erstes Product erhalten werden, so bleiben 40 Proc. Syrup zurück oder (120 . 40 =) 48 Ctr., die um 10 Proc. eingedickt täglich 4400 Pfd. zweites Product unterzubringen geben. Die Reservoire müssen für dieses Quantum je nach der Qualität der Masse auf 10 bis 30 Tage ausreichen.

Vom dritten Producte (oder, wenn solches nicht gemacht wird, von Melasse) müssten 70 Proc. des zweiten Productes oder (70 . 4400 =) 3080 Pfd. unterzubringen sein, die in 120 Arbeitstagen 3690 Ctr. in Summa ergeben würden.

Ueber den Wasser- und Dampfbedarf der Fabriken wird im folgenden Capitel eine Zusammenstellung erfolgen.

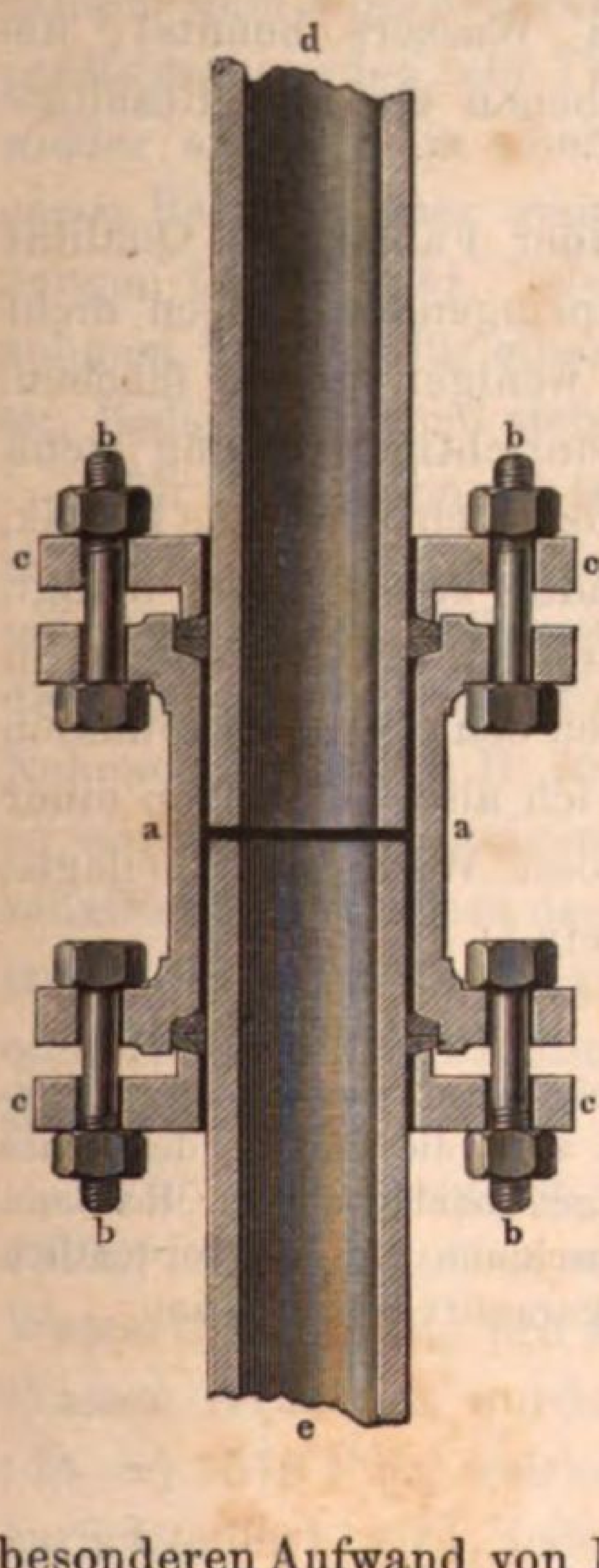
Die Knochenkohlewiederbelebung muss für dieses Rübenquantum 20 bis 25 Proc. oder 250 Ctr. Kohle in 24 Stunden liefern können. Ein Glührohr giebt pro Stunde 30 Pfd. (da dreimal à 10 Pfd. abgezogen wird), pro Tag also (30 . 24 =) 720 Pfd., wonach (25000 : 720 =) 35 Glührohre im Ofen als genügend erscheinen.

Die Darrfläche darf dabei aber nicht zu klein gewählt werden, da ein möglichst vollkommenes Trocknen sowohl für die Leistung des Ofens als auch für die Qualität der Kohle sehr erwünscht ist. Es würde zu empfehlen sein, der Darrfläche dazu wenigstens eine Ausdehnung von 150□′ für jede 1000 Ctr. täglich zu verarbeitender Rüben zu geben.

Eine Klusemann'sche Kohlenwaschmaschine wäscht 300 Ctr. Kohle in 24 Stunden, es ist also eine derartige Maschine für das angenommene tägliche Rübenquantum genügend.

Die nasse Gährung beansprucht für ihre Dauer von 7 Tagen einen Vorrath von (7 . 250 =) 1750 Ctr. Kohle oder 2917 Cubikfuss Gährraum in den Bottichen. Zur trocknen Gährung würden 10 bis 14 Tage erforderlich sein, in denen (10 . 250) = 2500 Ctr. Kohle bis 3000 Ctr. ausser Gebrauch liegen müssten, die 2′ hoch geschichtet, im Mittel 2500 □ Räumlichkeit erfordern würden, und zwar, wie schon früher erwähnt, am besten in der ersten Etage auf durchlöchertem, aus Geflechten bestehendem Fussboden gelagert würden. Die Temperatur dieses Locales wäre möglichst hoch zu halten. Da in vielen Fabriken zum Heizen der verschiedenen Localitäten ein Theil der Retourdämpfe benutzt, und zu diesem Zweck durch eiserne Röhren geleitet wird, so wäre auch noch dieser Gegenstand etwas näher zu besprechen. Diese Dampfheizröhren werden nach der in Fig. 177 dargestellten Weise verbunden, welche eine freie Ausdehnung durch Erwärmung und Zusammenziehung durch Abkühlung gestattet, ohne die Dichtung einzubüssen. Diese Vorrichtung ist bei so grossen und langen Röhrensträngen, wie in den Zuckerfabriken, von grosser Wichtigkeit, da sie gegen das häufige Zerspringen oder Undichtwerden der Röhren sichert. Dieselben werden zweckmässig mittelst einer Schraube aufgehängt, wodurch es leicht wird, sowohl dieselben zu montiren, als auch ihnen das richtige Gefälle zum Abflusse des condensirten Wassers zu geben.

Fig. 177.



Anstatt mittelst der Heizung durch Retourdampf, von dem man bei Anwendung desselben in den Abdampfapparaten und bei sich selbst regulirenden Wassercondensatoren keinen Ueberfluss hat, könnte man die Erwärmung der Localitäten mittelst erwärmter Luft bewirken, die in den abgehenden Rauchcanälen (dem Fuchse oder dergleichen) der Dampfkessel leicht ohne besonderen Aufwand von Brennstoff erwärmt werden kann, indem man eiserne Röhren quer in denselben legt und die Luft hindurchströmen lässt. Die in den Schornstein abziehende Feuerluft besitzt oft 250

und mehr Grade Wärme, welche also durch den Schornstein in die Atmosphäre entweicht, und keinen anderen Zweck hat, als den „Zug" hervorzubringen. Derselbe ist aber bei 180° (ja selbst 150°) noch genügend kräftig, so dass man ohne Schaden die Temperaturdifferenz von (250 — 180 =) 70° zu anderen Zwecken benutzen kann. Ich habe die Luft, indem ich sie durch im abziehenden Rauchcanale gelegte Röhren streichen liess, leicht bis auf 30 bis 40° erwärmt erhalten und, da der Querschnitt des Rauchcanals entsprechend erweitert war, durchaus keine Schwächung des Zuges oder dergleichen dabei entdecken können. Zur Leitung dieser im Dampfkesselhause erwärmten Luft nach den beliebigen Localitäten kann man sich des Saugens erwärmter Schlote oder des Druckes von Ventilatoren bedienen.

Peclét giebt (Bd. 2 §. 1722 der dritten Auflage) eine andere Art der Heizung ohne Aufwand von neuem Brennstoff an, indem er die Wärme des zur Condensation angewandten Wassers benutzt, um Luft zu erwärmen; doch scheinen die angegebenen erzielten Resultate etwas unwahrscheinlich.

Wenn auch die bessere Organisation einer Fabrik die Qualität der Rübe nicht ändern und die daraus entspringenden Folgen nicht balanciren kann, so kann sie doch dieselben weniger fühlbar machen. Zwar kann eine gut organisirte Fabrik unter unrichtiger Leitung (wenn auch weniger leicht) schlecht arbeiten, aber dennoch wird eine Fabrik, die ihre Säfte gut gereinigt binnen 14 Stunden zum Kochen bringt, quantitativ und qualitativ bessere Resultate liefern, als eine solche, in der dieselben 30 und mehr Stunden lang allen schädlichen Einflüssen verschiedenster Art ausgesetzt sind. Wenn ich also im Obigen einer guten Organisation der Fabriken eine so grosse Wichtigkeit beilegte, so dürfte diese Ansicht wohl gerechtfertigt sein *).

*) Der Verfasser dieser Zeilen, welcher sich vielfach mit der besseren Organisirung schlechter Fabriken befasst hat, übernimmt auch die Leitung des Baues oder Umbaues ganzer Fabriken und ist in der Lage, namentlich für Russland solche Etablissements mit den zweckmässigsten Maschinen zu ausserordentlich billigen Preisen zu versehen, wobei für den Erfolg garantirt werden kann.

Ueber den Wasserverbrauch der Rübenzuckerfabriken.

Obschon der Wasserverbrauch einer Fabrik nicht für alle Fälle ein constanter sein kann, so lassen sich doch einige Anhaltspunkte dazu finden, die wir im Folgenden zusammenstellen wollen.

Wie aus Früherem ersichtlich, erfordert eine Rübenzuckerfabrik zur täglichen Verarbeitung von 1000 Ctr. Rüben 36 Pferdekräfte Maschinenbetrieb. Da nun jede Pferdekraft pro Stunde 60 Pfd. Wasser in Anspruch nimmt, so ergiebt dies pro Stunde (60 . 36 =) 2160 Pfd.

Zwar wird bei der Benutzung der abgehenden Maschinendämpfe zum Concentriren der Säfte, wobei dieselben verdichtet werden, ein Theil des verwendeten Wassers wieder erhalten, in einem etwa 10 bis 20 Proc. geringeren Betrage; aber man thut bei derartigen Berechnungen immer wohl, lieber etwas mehr als weniger zu nehmen, um auch für einen unter Umständen vergrösserten Bedarf genügend sicher zu gehen.

Zur Saftgewinnung ist der Wasserbedarf sehr verschieden, man arbeitet sowohl mit 5 Proc. als auch mit 70 Proc. des Rübenquantums an Wasser, je nach den in verschiedenen Fabriken befolgten Methoden. Nehmen wir nun z. B. 70 Proc. zur Saftgewinnung an, so werden zum Reinigen der Apparate und Geräthschaften, zum Waschen des Fussbodens u. s. w. doch wenigstens noch 30 Proc. nöthig sein, also im Ganzen 100 Proc., oder 1000 Ctr. in 22 Stunden, wonach pro 1 Arbeitsstunde 4545 „

Für die Scheidung werden (7 650 000 : 4000 =) 1912,5 Pfd. Steinkohlen aufgewendet, mit denen à 7 Pfd. Wasserverdampfung pro 1 Pfd. Steinkohlen 133 875 Pfd. Wasser verdampft wurden, oder pro Stunde (133 875 : 24 =) 5578 Pfd., welches nun wohl in den Retouren zurückgeführt wird, jedoch nicht ohne einen Verlust von 10 Proc., zu dessen Ersetzung 558 Pfd. erforderlich 558 „

Transport 7263 Pfd.

Transport 7263 Pfd.

sind. Zum Mischen des Kalkes mit Wasser sind pro Stunde 1 Cubikfuss oder 56,5 Pfd. nöthig 56,5 „

Zur Filtration müssen wir einen Verbrauch von 25 Proc. Kohle annehmen, für 1000 Ctr. Rüben daher 250 Ctr. oder in einer Stunde (250 : 24 =) 1042 Pfd. Kohle, wovon das Doppelte als ablaufendes Süsswasser mit 2084 Pfd. und das gleiche Gewicht, also 1042 Pfd., beim Füllen und beim Entleeren des Filters (je 50 Proc.) in der Kohle zurückbleiben, in Summa daher 3126 „ pro Stunde.

Für die Kohlenwäsche genügt bei den vervollkommneten Waschmaschinen das vier- bis fünffache Quantum der Kohle an Wasser, hier also pro Stunde (5 . 1042 =) 5210 „ Zu einem zweimaligen Waschen der Kohle ist natürlich ein doppeltes Quantum in Anschlag zu bringen.

Bei der Verdampfung in einfach wirkenden Apparaten ist eine Wassermenge nöthig:

a. Zur Condensation der Dämpfe nach der Annahme, dass 1 Pfd. Wasser mit einer um 20° höheren Temperatur abfliesst, werden bei der stündlichen Verdampfung von 2775 Pfd. Wasser oder einer Dampfmenge mit (2775 . 520 =) 1 443 000 W.-E., an Wasser verbraucht (1 443 000 : 20 =). . . . 72 150 „

Bei mehrfacher Wirkung des Dampfes natürlich bedeutend weniger, resp. die Hälfte bis ein Drittel.

b. Zum Verdampfen sind als Dampf nöthig (685 . 7 =) 4795 Pfd. Wasser, wovon nach der Condensation 10 Proc. durch frisches Wasser ersetzt werden müssen mit 479,5 „

Beim Kochen im Vacuo sind nach Früherem 10400 Pfd. Wasser in 16 Stunden zu verdampfen, pro Stunde daher 650 Pfd. Wasser, wozu also 338000 W.-E. nöthig sind, die wieder (338000 : 20 =). 16 900 „ Wasser erfordern.

Zum Säuren der Knochenkohle, Waschen der Rüben und Tücher, zum Formenwaschen, zur Boden-

Transport 105185,0 Pfd.

Transport 105185,0 Pfd.

arbeit kann man ein stündliches Quantum von 30 Cubikfuss oder . 1695 "
Wasser als genügend annehmen.

Summa 106880,0 Pfd.

Wenn demnach für 1000 Ctr. Rüben 106880 Pfd. (: 56,5 =) 1892 Cubikfuss nöthig sind, so ist der stündliche Bedarf für je 1 Ctr. verarbeiteter Rüben 1,89 Cubikfuss, die Fabrik würde daher mit 2 Cubikfuss Wasser pro Stunde auf jeden Centner Rüben stets genügend versorgt sein.

Diese Menge müssten die Pumpen wirklich liefern, der theoretische Effect derselben also mindestens 25 Proc. höher sein, da der wirkliche Nutzeffect derselben höchstens 80 Proc. des theoretischen beträgt, was bei Berechnungen und Revisionen wohl in Betracht zu ziehen ist.

Ueber den Dampfverbrauch einer Rübenzuckerfabrik.

Da der Dampf das treibende Agens des ganzen Fabrikbetriebes ist, so müssen die Dampfkessel vollständig durch ihre Einrichtung fähig sein, die nöthige Menge Dampf zu beschaffen, um alle Maschinen mit der gehörigen Regelmässigkeit zu treiben, alle Apparate genügend mit Dampf zu versehen und dadurch das Kochen und Verdampfen möglichst zu beschleunigen. Aus diesem Grunde ist auch die Berechnung der hierzu nothwendigen Menge Dampfes besonders wichtig.

Die Maschinen erfordern, wie wir im Früheren gesehen haben, circa 36 Pferdekraft. Die Kessel müssen also dafür liefern können

36 Pferdekraft.

Zur Scheidung des Saftes werden nach Früherem 7 650 000 W.-E. erfordert, welche durch (7 650 000 :520=) 14 711 Pfd. Dampf übertragen werden müssen. Da nun zu einer Pferdekraft bei Dampfkesseln die Leistung von 60 Pfd. Wasserverdampfung pro Stunde erforderlich ist, so würde die Verdampfung von

Transport 36 Pferdekraft.

Transport	36	Pferdekraft.
14 711 Pfd. Wasser in 22 Stunden oder von (14 711 : 22 =) 669 Pfd. Wasser pro Stunde erfordern (669 : 56,5 =)	11,1	"
Zur Verdampfung der Säfte und Süsswasser bedarf man nach Früherem der Dämpfe von 2775 Pfd. Wasser pro Stunde, welches (2775 : 60 =) 46,2 Pferdekraft im Minimum betragen würde.		
Wenn aber die abgehenden Dämpfe der Dampfmaschinen von 36 Pferdekraft mit zur Abdampfung benutzt werden, so kann man dieselben mit einem Abzug von 20 Proc. für Abkühlung, Verlust etc. auf (36 — 7,2 =) 28,8 Pferdekraft für die Abdampfung veranschlagen, und es bleiben also zur Verdampfung noch erforderlich (46,2 — 28,8 =)	17,4	"
die bei doppelter und dreifacher Wirkung des Dampfes wohl theils vermindert, theils ganz erspart werden könnten; nichtsdestoweniger dürfte es gerathen sein, bei Anlagen die obige Summe in Anschlag zu bringen, um für alle Fälle gesichert zu sein. Zum Betriebe des Vacuumapparates, der nach der früheren Berechnung 10400 Pfd. Dampf pro Tag oder (10 400 : 16 =) 675 Pfd. pro Stunde erfordert, wären demnach (675 : 60 =)	11,2	"
in Anschlag zu bringen.		
Zum Erwärmen von 250 000 Pfd. Kohle in den Filtern pro Tag oder von 1052 Pfd. pro Stunde gehören, die specifische Wärme unberücksichtigt gelassen, (1052 . 80 =) 84160 W.-E. pro Stunde, die durch 162 Pfd. Dampf erzeugt werden könnten, die einer Leistung von (162 : 60 =)	2,7	"
gleich zu schätzen wären.		
Zum Heben der Säfte mittelst der Montejus nach den oberen Etagen des Gebäudes ist unter Umständen eine Leistung von (6000 Pfd. Flüssigkeit 20 Fuss hoch zu heben =) 120 000 Fusspfunden erforderlich, die (120 000 : 33 000 =)	3,6	"
gleichkämen.		
Summa	82	Pferdekraft.

Daraus erhellt, dass die Kessel einer solchen Fabrik wirklich (82 . 60 =) 4920 Pfd. = (: 56,5 =) 87 Cubikfuss Wasser pro Stunde verdampfen müssten, um den nöthigen Dampfbedarf zu decken. Der Fabrikant thut sehr wohl daran, sich selbst vor dem Anfange der Campagne durch praktische Ermittelungen resp. Verdampfungsproben davon zu überzeugen, dass die ihm gelieferten Kessel auch wirklich diese Leistungsfähigkeit besitzen, anstatt sich auf die elastischen Rechnungen mancher Kesselfabrikanten zu verlassen.

Um den zu der obigen Leistung nöthigen Dampf mit Leichtigkeit zu erzeugen, müssten die Kessel circa (82 . 20 =) 1640 Quadratfuss Heizfläche besitzen, da es eine praktische Erfahrung ist, dass 20 Quadratfuss Heizfläche, von der immer ein grösserer oder kleinerer Theil durch Asche etc. unwirksam gemacht wird, bei Bouillierkesseln zur Hervorbringung einer wirklichen Pferdekraft im Laufe der Campagne nöthig sind. Bei Röhrenkesseln genügt eine bedeutend geringere Fläche.

Die nöthige Rostfläche wird pro Pferdekraft bei Steinkohlenfeuerung angegeben zu 1 Quadratfuss ganzer Rostfläche oder $^1/_3$ freie Rostfläche; oder man rechnet, dass für jede 12 Pfd. pro Stunde zu verbrennender Kohle 1 Quadratfuss Rostfläche genüge.

Bei Holzfeuerung habe ich 0,8 bis 0,7 Quadratfuss (= 100 Quadratzoll) ganzer Rostfläche für eine Pferdekraft ausreichend gefunden, wenn genügender Luftzutritt vermittelt wurde. Bei der gewöhnlichen Einrichtung der Feuerungen werden 20 bis 30 Pfd. Holz pro 1 Quadratfuss Rostfläche verbrannt, jedoch stellt sich eine Ersparniss heraus, wenn man langsam feuert und das Feuer nicht forcirt.

Für den Durchmesser der Schornsteine glaube ich nach den von mir gemachten praktischen Erfahrungen an 28 verschiedenen Dampfkesseln schliessen zu dürfen, dass ein Kessel für 30 Pferdekräfte 500 bis 600 Quadratzoll Schornsteinöffnung (bei Holzfeuerung) haben sollte, was in diesem Falle 1640 Quadratzoll des Querschnittes ergeben würde.

Ueber die Ansammlung und Ableitung der sogenannten Retourwässer.

Der Dampf, der theils zum Treiben der Maschinen, theils zum Erwärmen und Kochen der Rübensäfte in ihren verschiedenen Stadien verwendet wird, verdichtet sich nach Abgabe des grössten Theiles der in ihm angehäuften Wärmemengen wieder zu Wasser, welches nicht nur eine hohe Temperatur besitzt, sondern auch vollkommen oder doch nahezu vollkommen rein ist. Für diese reinen und heissen Wässer hat die Rübenzuckerindustrie vielfache nützliche Verwendung, theils zum Waschen und Reinigen der Knochenkohle, theils zum Speisen der Dampfkessel. In beiden Fällen können sich aus solchen Wässern keine Ablagerungen mehr bilden, da bei der ersten Verdampfung schon die erdigen Bestandtheile (Salze etc.) in dem Dampferzeuger zurückgeblieben sind. Ob es nun vortheilhafter ist, dieses Wasser zum Waschen der Kohle oder zum Speisen der Kessel zu verwenden, ist in verschiedenen Fällen nach localen Verhältnissen zu entscheiden. Ich halte wegen der Absorptionsfähigkeit der Knochenkohle für Salze den Gebrauch der Retourwässer zum Waschen der Kohle oft für wichtiger, als zur Speisung der Dampfkessel, in denen die Ablagerungen aus den Wassern allerdings mehr in die Augen fallen. Dagegen darf man auch nicht ausser Betracht lassen, dass diese rückfliessenden Wässer noch warm sind und nahezu $^1/_6$ der zur Verdampfung aufgewandten Wärme enthalten. Eine Fabrik, welche diese 80^0 warmen Wässer wieder mit derselben Temperatur in die Dampfkessel bringt, spart also diejenige Menge Brennstoff, welche nöthig gewesen wäre, um das Speisewasser bis 80^0 zu erhitzen.

Die Dämpfe, die in den Dampfmaschinen ihre bewegende Kraft ausübten, werden in den Abdampfapparaten neuerer Construction verdichtet und fliessen als heisses Wasser aus den Schlangen (oder Dampfräumen) der Abdampfapparate ab, um mittelst Pumpen in die Dampfkessel gepumpt zu werden. Man verbindet daher eine Speisepumpe oft direct mit dem Ausflusse der Heizschlangen, um das Wasser in dem Maasse, als es sich niederschlug, in die Dampfkessel zurückzuführen, wobei die Pumpe die nöthige Wassermenge zu bewältigen im Stande sein musste.

Bei den Scheidekesseln liess man früher den Dampf oben in den Doppelboden einströmen und führte das Wasser unten aus einem anderen Rohre direct bis in den untersten Theil der Dampfkessel. Dabei müssen jedoch die Pfannen sehr hoch stehen, damit die Wassersäule im Rückflussrohre den nöthigen Druck ausübe. Da aber namentlich beim Anfang des Erwärmens der eintretende Dampf sich rasch condensirt und das Wasser des Kessels durch das Retourrohr steigt, so kamen dadurch Unannehmlichkeiten, häufiges Zerreissen der Böden etc., vor. Es erschien daher besser, eine Pumpe in dem zurückführenden Rohre einzuschalten, um das Wasser mit Kraft in die Kessel zurückzutreiben. Hierbei tritt nun der Uebelstand auf, dass der Dampf von höherer Spannung, also auch höherer Temperatur, die Pumpen zu sehr erhitzt, die Packungen undicht macht, überhaupt häufige Reparaturen derselben veranlasst. Auch kann eine Pumpe immer nur eine gewisse, sich stets gleichbleibende Leistung ausüben. Bei jeder Erwärmung oder Kochung wird aber zu Anfang mehr Dampf zu Wasser verdichtet, als später, wenn die Flüssigkeit nahezu kocht und die Differenzen der Temperaturen geringer sind. Wenn nun die Pumpe das anfänglich verdichtete grössere Wasserquantum bewältigen kann, so hat sie nachher bei geringerer Verdichtung nicht genug zu thun, und es tritt Dampf in den Pumpenkörper, der nicht genügend mit Wasser gefüllt werden kann. Würde aber die Pumpe weniger Wasser entfernen können, als zu Anfang gebildet wird, so würde die Kochoperation dadurch verlangsamt werden.

Man hat daher, um diese Uebelstände zu vermeiden, neuerdings selbstthätige Wasserentleerer, sogenannte „Automaten", construirt, um das sich durch Verdichtung der Dämpfe bildende Wasser in eben dem Maasse abzuführen, als es sich bildet.

Die einfachste und sinnreichste Construction solcher Automaten rührt von Kirchweger her. Sie ist in Fig. 178 und 179 (a. f. S.) verdeutlicht.

In einem gusseisernen Gefässe *A*, welches mit einem Deckel dampfdicht geschlossen ist, steht ein kleineres aus Eisenblech verfertigtes Gefäss *B*. Ein Rohr *b* geht durch den Deckel des Gefässes *A* bis nahe an den Boden von *B*, wo eine planconvexe Scheibe von Messing zwischen den drei gekröpften Lehrhaken *a* liegt. Bei *c* mündet das die Retourdämpfe und Wässer herbeiführende Rohr. Die Platte *d* zwingt den Dampf und das Wasser entweder nach oben oder unten zu treten und nicht seitwärts einseitig gegen das Gefäss *B* zu drücken.

Der Hahn *f* im Deckel dient zum Auslassen der Luft, der Hahn *g* zum vollständigen Ablassen des Dampfes bei etwaigen Reparaturen. In dem Rohre *b* ist über dem Deckel des Gefässes *A* mitunter ein Kugelventil eingeschaltet, welches dann nothwendig wird, wenn mehrere Automaten das heisse Wasser in einem gemeinschaftlichen Abzugsrohre entleeren sollen. Dieses Ventil hebt sich nur dann, wenn Wasser aus dem zugehörigen Automaten entleert wird, verhindert aber durch sein Niederfallen den Rücktritt des Wassers durch *b*. Diese Kugelventile spielen beim regelmässigen Gange des Apparates und zeigen dadurch dem Gehöre seine Wirksamkeit an.

Fig. 178.

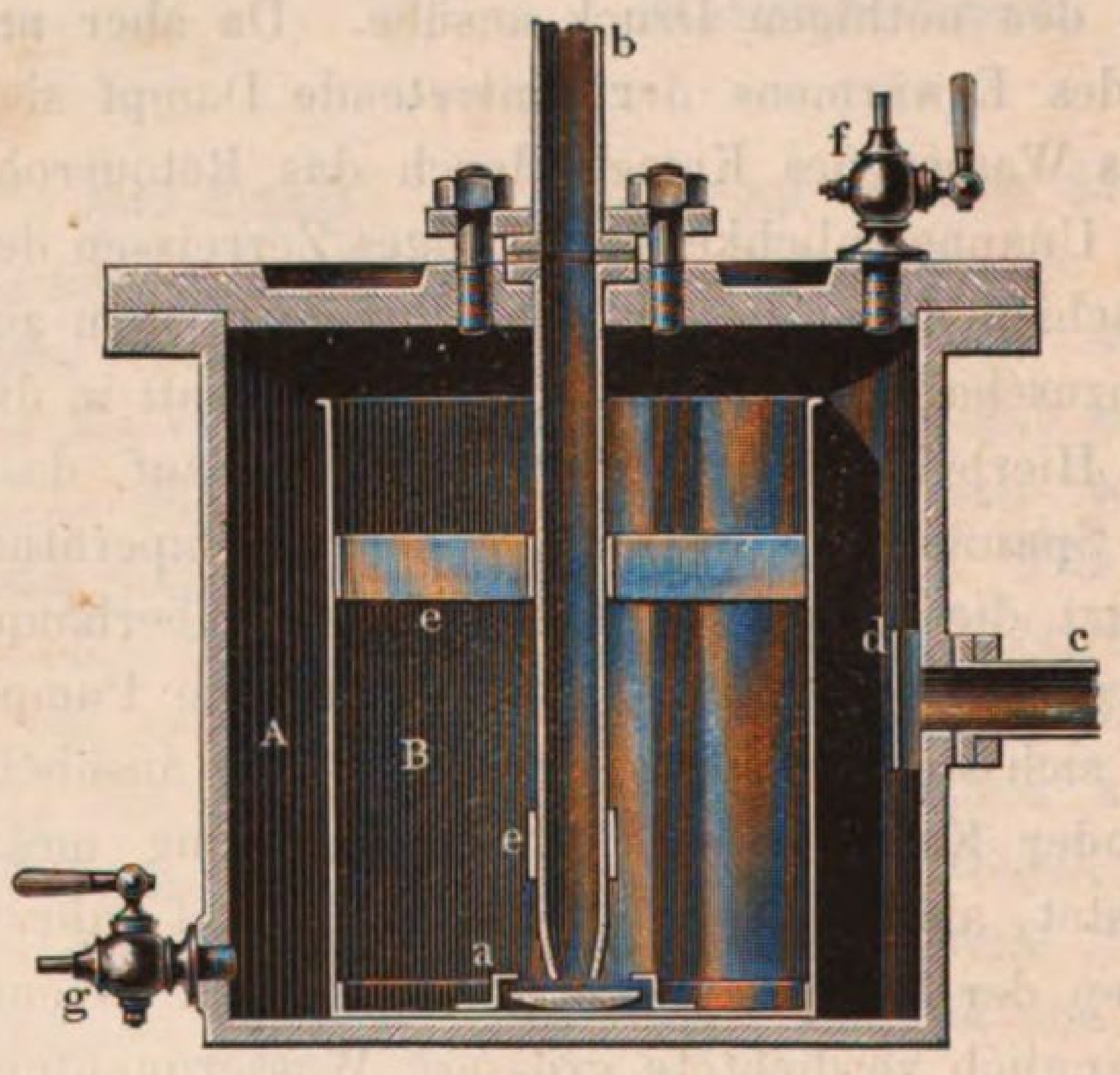
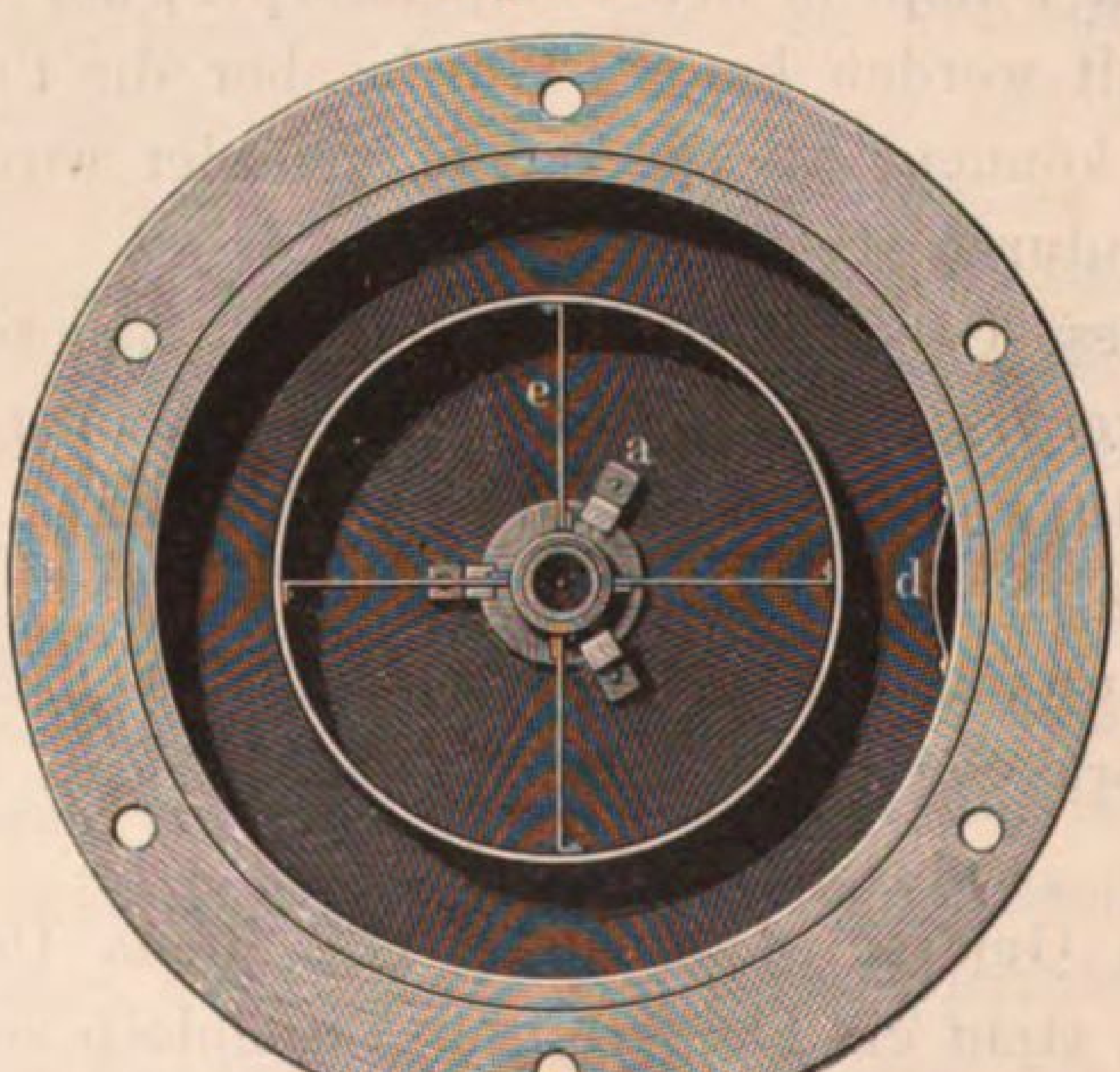


Fig. 179.



Die Wirkung dieses Wasserentleerers ist folgende. Durch *c* tritt zuerst Wasser in das Gefäss *A* und hebt dadurch schwimmend das aus dünnem Blech bestehende Gefäss *B*. Dadurch wird die untere Scheibe vor die Oeffnung des Rohres *b* gedrückt, dasselbe also geschlossen. Es sammelt sich nun aber immer mehr Wasser in *A*, so dass dasselbe endlich über den Rand in das Innere des Gefässes *B* überfliesst. Dadurch wird das Gefäss *B* mit seinem Wasserinhalte schwerer und sinkt endlich sammt der

Scheibe, die das Rohr *b* verschloss, nieder. Das im Gefässe *B* enthaltene Wasser wird nun durch den Dampfdruck (der im ganzen Gefässe herrscht) wie aus einem Montejus durch das Rohr *b* entleert. Das dadurch leichter gewordene Gefäss *B* beginnt dann wieder zu schwimmen, wobei die Scheibe das Rohr *b* wieder verschliesst, und so wiederholt sich dies Spiel in gut construirten Wasserentleerern fortwährend mit grosser Regelmässigkeit.

Im Folgenden wollen wir die Bedingungen zu bestimmen suchen, unter denen solche Apparate selbstthätig und regelmässig arbeiten.

Im Gefässe *A* und *B* herrscht derselbe Druck wie in den Dampfröhren etc., z. B. 3 Atmosphären = 45 Pfd. pro 1 □″ oder 3 Kilo pro 1 □C., (da das französische Gewicht- und Maasssystem besser zu solchen Rechnungen passt). Das Gefäss *B* wird daher von unten gehoben mit derjenigen Kraft, welche diese Dampfspannung auf die Bodenfläche desselben ausübt. Bei einem Durchmesser von 30 Centimeter (= 11″) oder 706,5 □C, daher mit 706,5 · 3 . . . = 2119,5 Kilo

Das Gefäss *B* wird ferner gehoben mit dem Gewichte des Wassers, das sein Volumen verdrängt, bei einer Höhe von 40 Centimetern daher mit (706,5 · 40 =) 28260 Grammen = 28,260 „

Summa 2147,760 Kilo

Dies ist also die Summe der Kräfte, welche *B* zu heben strebt. Die Kraft, die *B* beständig herunterdrückt, wäre der Druck des Dampfes auf die innere Fläche des Gefässes *B*, verringert um den Querschnitt des Rohres *b*. Nehmen wir das Rohr *b* zu 3 Centimeter Durchmesser = 7 □C. an, so ist der Dampfdruck von oben (706,5 — 7 =) 699,5 □C. · 3 = 2098,5 „

Der Dampfdruck von oben ist daher um 21,2 Kilo geringer als der von unten.

Dagegen kommt das Gewicht des Gefässes *B* noch in Betracht, welches leichter sein muss, als die Menge des dadurch verdrängten Wassers (von 28,26 Kilo in unserem Falle) und z. B. 26 Kilo wiegen mag = 26 „

Summa 2124,5 Kilo

Diese beiden Kräfte mit 2124,3 Kilo sind aber nicht genügend, das Gefäss *B* zum Sinken zu bringen, da 2147,76 Kilo dasselbe in die Höhe drängen oder, ein Uebergewicht von (2147,76 — 2124,3 =)

23,46 Kilo. Das Gefäss *B* kann also erst dann sinken, wenn soviel Wasser über den Rand desselben hineingeflossen ist, dass dessen Gewicht 23,46 Kilo balancirt, oder da der Durchmesser des Gefässes *B* zu 30 Centimeter angenommen wurde, die quadratische Fläche (— *b*) mithin 699,5 □C. wäre; so müsste die Höhe des Wasserstandes in dem Gefässe *B* (699,5 : 23,46 =) 30 Centimeter betragen, ehe ein Gleichgewicht stattfände und noch mehr, bis das Untersinken erfolgte. Da nun die ganze Höhe von *B* zu 40 Centimeter angenommen wurde, so würde dies Gefäss nahezu ganz mit Wasser gefüllt sein, ehe es zu sinken begänne.

Dieser extreme Fall zeigt zugleich, dass wenn das Gefäss *B* bei gleicher Höhe einen geringeren Durchmesser hätte, es nicht mehr gehörig functioniren würde. Es ist daher immerhin am gerathensten, diese Instrumente aus guten Werkstätten zu beziehen, oder diese Bedingungen zu erfüllen, um ihrer Wirkung sicher zu sein. Zwar werden mitunter in Fabriken von unberufenen Händen dergleichen selbstthätige Wasserentleerer angefertigt und wenn dieselben ihren Zweck nicht gleich erfüllen, so ist man wohl geneigt, die Sache selbst als wenig durchdacht zu beurtheilen, allein ein solches Resultat ist nicht dem Instrumente, sondern höchstens der ungeschickten Anfertigung desselben zuzuschreiben.

Diese selbstthätigen Wasserentleerer sind für alle Dampfleitungen, die zum Erwärmen oder zum Kochen von Flüssigkeiten benutzt wurden, ihrer Einfachheit wegen sehr zu empfehlen. Sie werden auch mit Erfolg an den Dampf- resp. Wasserrohren der Scheidepfannen, Abdampfpfannen, Kochapparate etc. angebracht. Nur ist es nöthig, dass da, wo z. B. die Condensationswässer mehrerer Scheidepfannen in einen Automaten geführt werden, in den Leitungen jeder Pfanne ein kleines Ventil von einer der in Fig. 180, 181 u. 182 a. S. 728 abgebildeten Constructionen eingeschaltet werden muss. Die von den Kochgefässen abziehenden Wässer treten nach der Richtung der Pfeile bei *a* ein, heben das Ventil und treten auf der anderen Seite aus in ein gemeinschaftliches Rohr, aus welchem aber die Dämpfe anderer Leitungen nicht in entgegengesetzter Richtung zurücktreten können, da sich alsdann das Ventil schliesst.

Fig. 180.

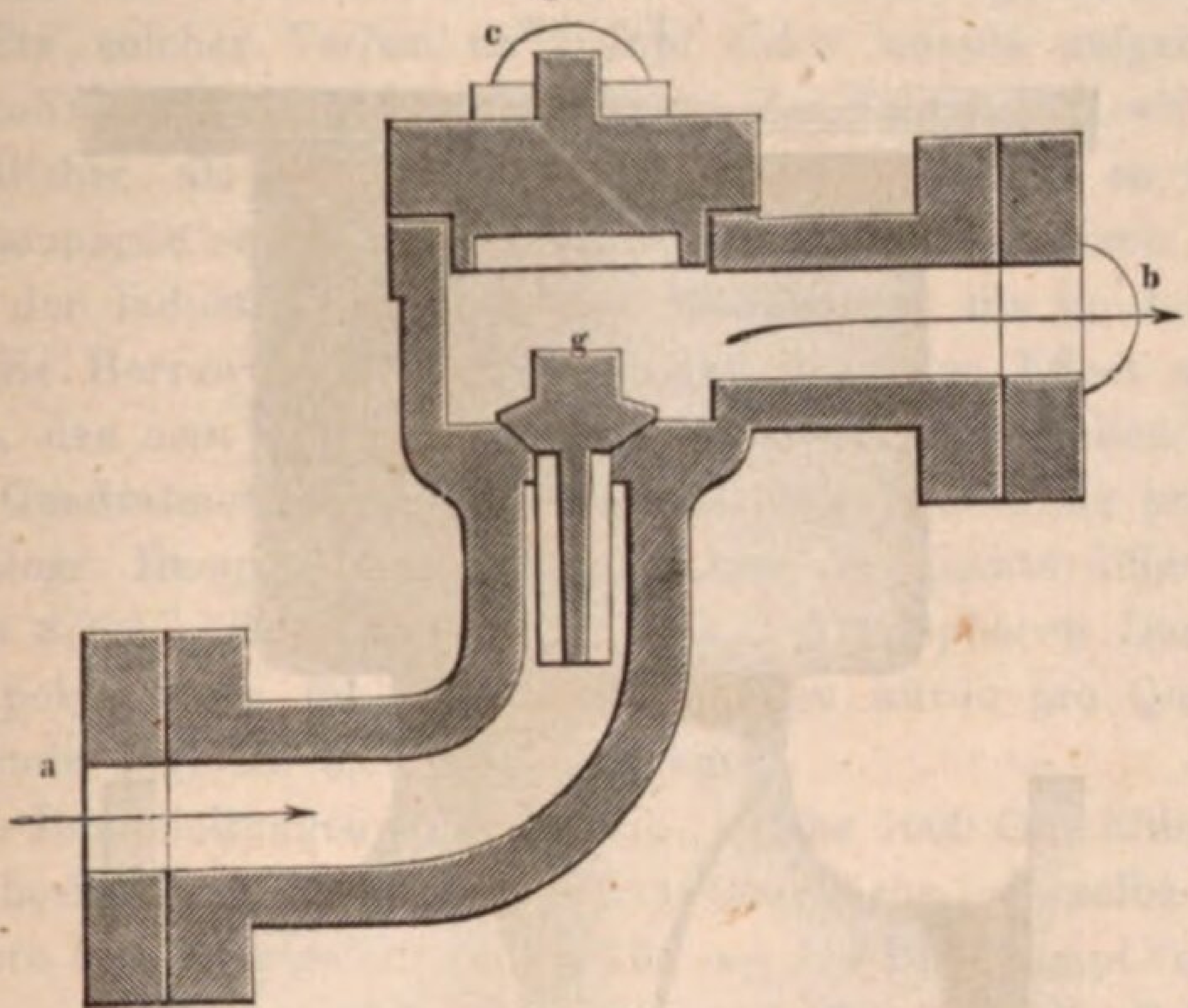
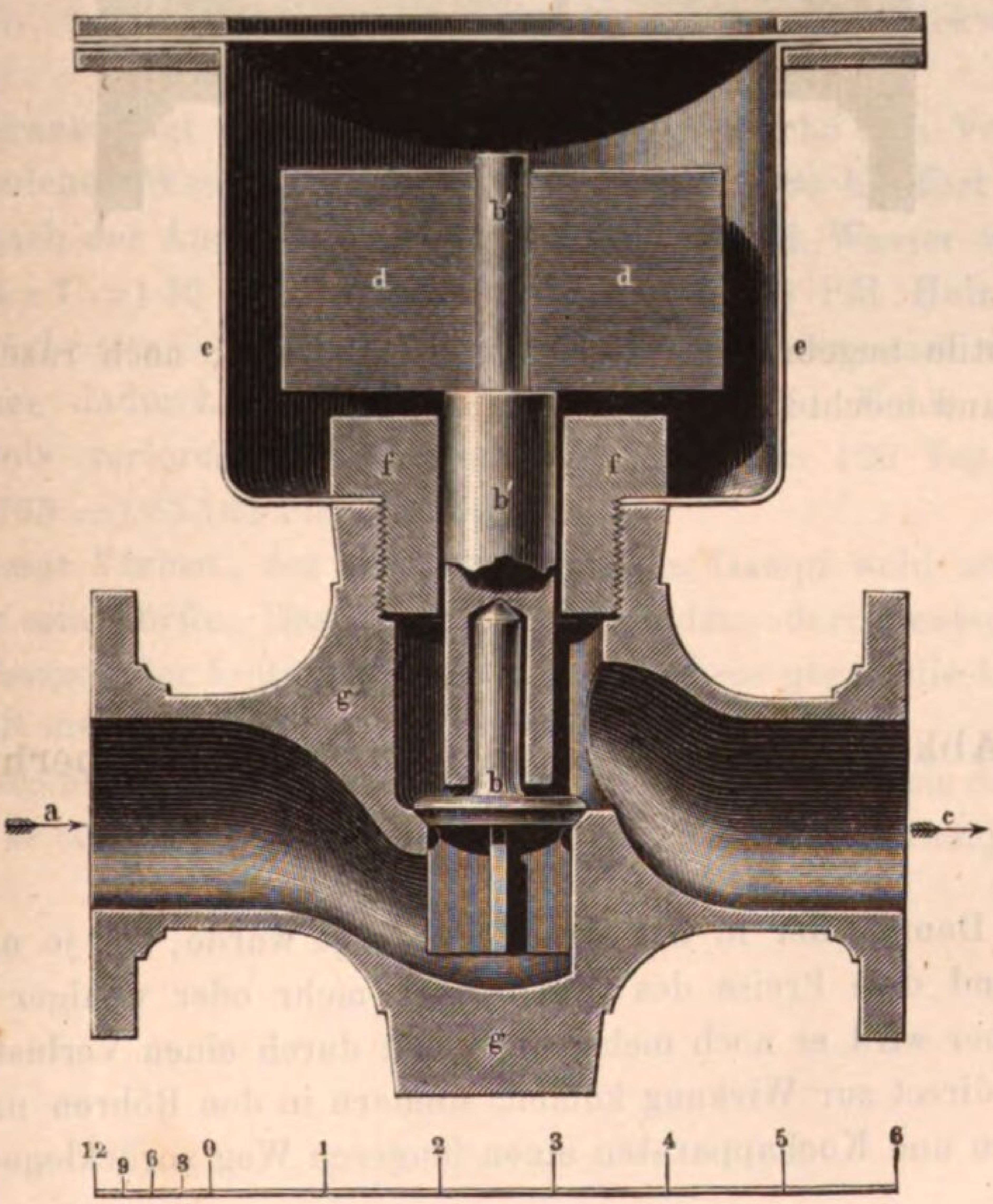
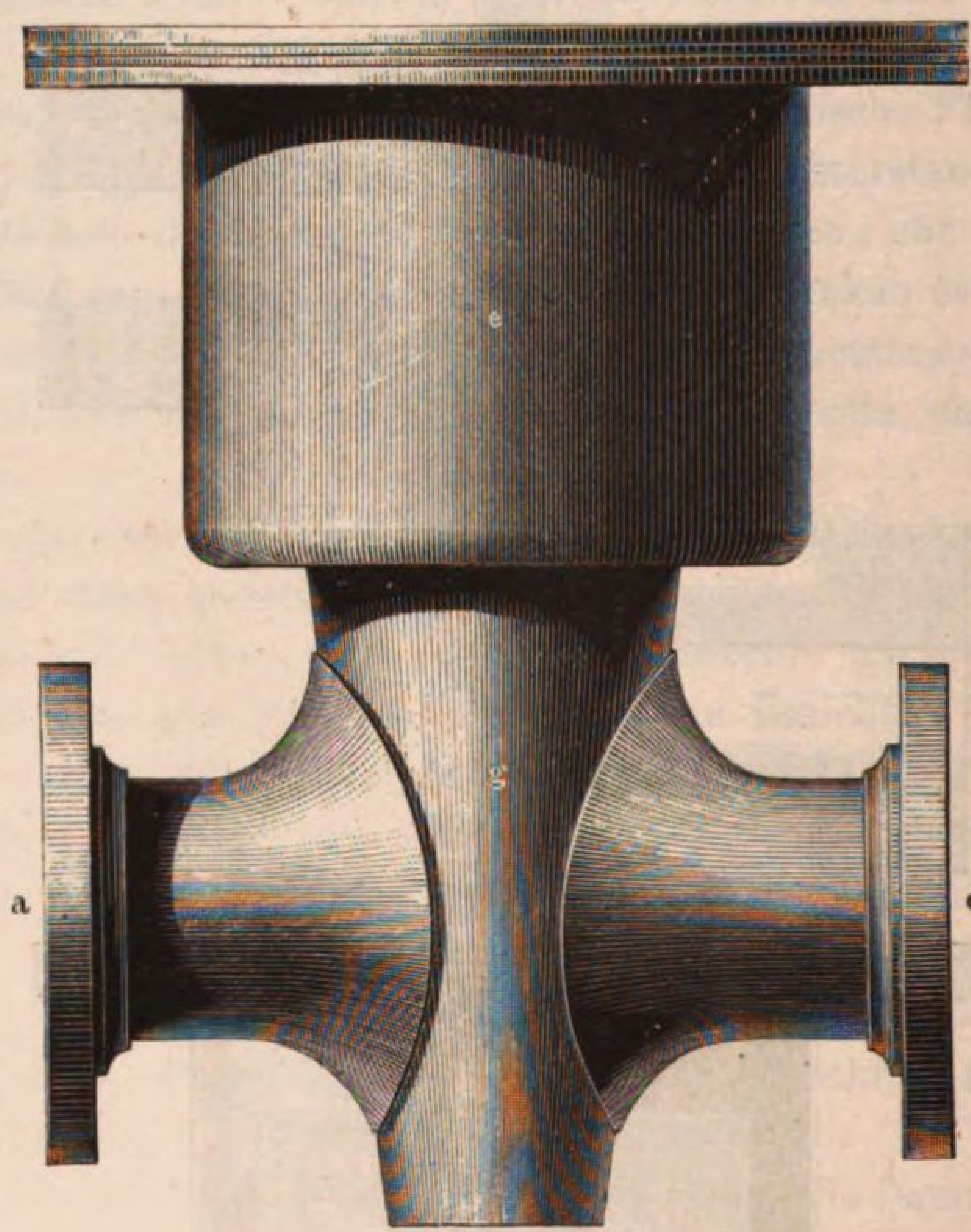


Fig. 181.



Die in Figur 181 erläuterte Construction lässt durch ein über

Fig. 182.



dem Ventile angebrachtes Gewicht diesen Zweck noch rascher erreichen und möchte daher den Vorzug verdienen.

Ueber Abkühlung der Dampfleitungen und Ueberhitzung des Dampfes.

Der Dampf, der in den Kesseln erzeugt wurde, ist je nach der Menge und dem Preise des Brennstoffes mehr oder weniger theuer, immer aber wird er noch mehr vertheuert durch einen Verlust, wenn er nicht direct zur Wirkung kommt, sondern in den Röhren nach den Maschinen und Kochapparaten einen längeren Weg zurücklegen muss,

wobei sich ein Theil davon durch Wärmeentziehung wieder condensirt. Ein solcher Verlust an Dampf (oder unnütz aufgewendetem Brennstoff) für die eigentlichen Zwecke der Fabrikation wird um so empfindlicher, als er unausgesetzt stattfindet und sich so im Laufe einer Campagne zu einem grossen Betrage summirt. Nach den Versuchen der Industriegesellschaft zu Mühlhausen, die im Jahre 1859 durch die Herren Royet und Burnat über den Effect angestellt wurden, den man mit verschiedenen Umhüllungsmaterialien erreicht, lässt 1 Quadratmeter gusseiserne Rohre ohne Bedeckung pro Stunde 2,84 Kilogr. Dampf verdichten bei einer Temperaturdifferenz von 2,75 bis 8,25° C. der Luft und $1^1/_8$ bis 2 Atmosphären Dampfdruck (Dingl. polyt. Journ. Bd. CLV, Heft 1). Dies würde pro Quadratfuss und Stunde ungefähr 0,56 Pfd. betragen.

Die Dampfleitungen einer Fabrik, welche 1000 Ctr. Rüben verarbeitet, besitzen nun aber circa 400 □′ Oberfläche. Dieselben können daher pro Stunde ungefähr (400 . 0,56 =) 224 Pfd. Dampf verdichten, oder so viel Pfund verdampften Wassers gehen für die Fabrikation verloren, was einer Leistung von (224 : 60 =) 3,7 Pferdekräften entspricht.

Veranschlagt man die Brennstoffmenge, welche zum Verdampfen eines solchen Wasserquantums erforderlich ist, so beziffert sich dieselbe nach der Annahme, dass 1 Pfd. Kohle 7 Pfd. Wasser verdampft, zu (224 : 7 =) 32 Pfd. pro Stunde (oder zu 63,8 Pfd. Holz.) Da in einem Arbeitstage 24 Stunden hindurch diese Condensation stattfindet, so gehen dadurch pro Tag (24 × 32 =) 768 Pfd. Kohle oder 1531 Pfd. Holz verloren und in einer Campagne von 120 Tagen daher (120 . 768 =) 82,160 Pfd. Kohlen.

Dieser Verlust, der bei 3 Atmosphären Dampf wohl noch etwas grösser sein dürfte, lässt sich nun vermindern durch entsprechende Umhüllungen der Leitungsröhren, wodurch diese gegen die Abkühlung der Luft mehr oder weniger geschützt werden.

Folgendes sind die Resultate von 12 Versuchen (nach dem Bulletin de la société industrielle de Mühlhausen Nro. 147, 1859).

	Pro Stunde.	
	und Quadratmeter. Kilogr.	und Quadratfuss. Pfd.
1) Gusseisen ohne Bedeckung	2,84	0,56
2) Pimont'sche Masse (28 Frcs. kosten pro 1 Quadratmeter)	1,56	0,32
3) Filz mit Kautschuk getränkt (2 Frcs. pro Quadratmeter)	1,53	0,30
4) Baumwollenabfälle mit Leinwand umnäht (2 Frcs. 55 Centimes pro Quadratmeter)	1,39	0,27
5) Grössere Thonröhren (welche eine Luftschicht um die Dampfröhren halten) mit Letten und Stroh umwickelt (9 Frcs. 5 Centimes pro Quadratmeter)	1,12	0,21
6) Stroh, $1\frac{1}{2}$ Centimeter (6 bis 7 Linien) dick, schlicht aufgelegt und mit Strohzöpfen umwickelt (2 Frcs. 65 Centimes pro Quadratmeter) .	0,98	0,19

Daraus erhellt, dass man durch entsprechende Umhüllungen den Verlust um ein Drittheil vermindern kann.

Dennoch wird der eigentliche Zweck nur unvollständig erreicht; für den intelligenten Fabrikanten handelt es sich nun in solchem Falle aber nicht darum, den Verlust nur zu vermindern, sondern den höchsten Effect von dem einmal erzeugten Dampfe zu erzielen. Dieses lässt sich bei Dampfkesseln dadurch erreichen, dass man den erzeugten Dampf mittelst der aus den Kesseln abziehenden Feuerluft (die gewöhnlich über 200° heiss ist) überhitzt. Man hat zu diesem Zwecke nur nöthig in den Fuchs oder den Rauchcanal Röhren zu legen, durch die man den Dampf leitet. Die Form dieser Röhren und die Grösse ihrer Oberfläche richtet sich nach der Hitze der abziehenden Gase, sowie nach dem Grade, bis zu welchem man den Dampf überhitzen will. Die Oberfläche variirt von $\frac{1}{2}$ bis 5 □′ pro Pferdekraft oder für 1000 Ctr. Rüben von 44 bis 440 □′, doch dürfte eine mittlere Erhitzung mit 160 □′ zu erreichen sein.

Die Wärme, die zu der Dampfüberhitzung verwendet wird, kostet

in diesem Falle nichts, da sie sonst nutzlos in den Schornstein entweicht; der ganze Kostenaufwand besteht also in der Anlage und Reparatur der Röhren; dagegen sind die Vortheile, welche dadurch dem Betriebe erwachsen können, keineswegs gering anzuschlagen. Sie bestehen hauptsächlich: erstens in der kostenlosen Verdampfung desjenigen Wassers, welches der Dampf gewöhnlich mit fortreisst, indem theils jede aufsteigende Dampfblase Wassertheile mit sich führt, theils auch das Wasser durch heftiges Kochen überspritzt. Dieses mit dem Dampfe fortgeführte Wasser macht oft einen nicht unbedeutenden Theil der ganzen verdampften Wassermenge aus. Peclet spricht sogar von 20 Proc. dieses Quantums. Dass besonders bei starker Dampfentwickelung und heftigem Sieden viel Wasser mit überspritzt, davon kann man sich bei der Verdampfung in geöffneten Kesseln überzeugen. Dieses Wasser nun wird in den Dampfröhren mit fortgerissen, gelangt in die Cylinder der Dampfmaschinen, in die Schlangen der Pfannen etc. und hindert den Gang der Maschinen sowie die rasche Wärmemittheilung. Das kostenlose Verdampfen dieses mitgerissenen Wassers durch die abziehende Feuerluft gewährt schon aus diesem Grunde eine Brennstoffersparniss von wenigstens 5 bis 10 Proc. je nach den Umständen und der Art der angewandten Kessel.

Zweitens wird durch die Ueberhitzung des Dampfes die sonst so leicht eintretende Condensation in den Dampfleitungen verhindert, der Dampf gelangt daher in seiner ganzen Menge zum Gebrauch; in den Cylindern der Dampfmaschinen kann sich daher kein Wasserstein absetzen, der nur nach der Verdichtung des Dampfes zu Wasser sich ablagern kann.

Drittens wird das Volumen des Dampfes durch die Erhitzung vergrössert, wie sich ja auch Gase bei ihrer Erwärmung ausdehnen. Das Volumen des gesättigten Dampfes ist nach William Fairbairns und Thomas Tates Experimenten

bei 244° F. = 94,2° R. = 896 mal grösser, als das Wasser, aus dem es entstanden.

„ 245° F. = 94,7° R. = 890 „ „
„ 257° F. = 100° R. = 751 „ „
„ 262° F. = 102,2° R. = 680 „ „
„ 268° F. = 104,8° R. = 633 „ „
„ 270° F. = 105,7° R. = 604 „ „
„ 283° F. = 111,5° R. = 490 „ „

Durch die Ueberhitzung des Dampfes wird aber sein Volumen

wieder vergrössert, so dass bei derselben Spannung ein grösseres Dampfvolumen erzielt wird.*) Da nun in Dampfmaschinen ein bestimmtes Volumen Dampf den Cylinder füllt; so ist es erklärlich, dass durch die Ueberhitzung des Dampfes und seine dadurch herbeigeführte Volumvergrösserung eine Ersparniss erzielt wird, und es ist wohl möglich, dass sich dieselbe, besonders wenn man die obigen Vortheile mit berücksichtigt, wie bei Dampfschiffen zu 20 und mehr Procenten beziffert.

Für die Rübenzuckerfabriken ist aber besonders die Ueberhitzung des Dampfes noch deshalb wichtig, weil die Erhitzungs- und Kochoperationen wegen der grösseren Temperaturdifferenz, die erhitzter Dampf zu bewirken im Stande ist, wesentlich beschleunigt werden. Dieselben Heizflächen der Apparate leisten also mehr und man kann dadurch begreiflicherweise die Leistungsfähigkeit der Apparate wesentlich erhöhen, was bei der Rübenzuckerfabrikation oft von sehr wesentlicher Bedeutung sein kann.

Da die Ueberhitzungsapparate für Dampf mit wenig Kosten anzulegen, ihre Reparaturen bei zweckmässiger Anlage nicht sehr bedeutend sind, eine Gefahr dabei nicht zu befürchten ist und die Temperatur des Dampfes beliebig regulirt werden kann; so sind dieselben den Rübenzuckerfabriken dringend zu empfehlen als ein Mittel, die Kosten zu vermindern, also den Zucker billiger zu produciren.

Technische Ueberwachung des Betriebes.

Ausser der Erfüllung der in den vorigen Capiteln besprochenen Bedingungen der Anlage und Organisation ist es aber für den praktischen Rübenzuckerfabrikanten von der grössten Wichtigkeit, den Betrieb zu verfolgen, um ihn controliren und nöthigenfalls rasche Abhülfe schaffen zu können. Nichts erleichtert aber eine Controle mehr

*) Nach Fairbairn dehnt sich z. B. Dampf bei Erhitzung von 180 bis 200° um $^1/_{637}$ aus.

als eine genaue und exacte Buchführung, in der alle Vorgänge, sämmtliche Daten der Praxis genau aufgezeichnet werden, so dass sie eine rasche und klare Uebersicht gestatten. Wie der Kaufmann ohne genaue Buchführung nicht eine richtige Controle seiner Operationen haben kann, so auch nicht der Fabrikant.

Für die technische Buchführung empfiehlt sich am meisten eine deutlich specificirte Tabelle, da diese eine rasche Uebersicht gestattet. Vielleicht könnte die beifolgende Tabelle dazu ein passendes Muster abgeben.

Die erste Columne enthält das Datum des Arbeitstages, deren 30 eine Seite füllen, um den Monat leicht abschliessen zu können.

In der zweiten Columne ist das Gewicht der verarbeiteten Rüben möglichst genau einzutragen, da dies die Basis für die Zuckerausbeute bildet.

Wo die Rüben behufs der Versteuerung gewogen werden, ist dieser Posten sehr leicht zu bestimmen; schwieriger aber gestaltet sich die Sache, wenn die Rüben nur von den Oekonomien übernommen werden und bei der Verarbeitung in der Fabrik ihr Gewicht keiner besonderen Controle unterworfen wird. Es ist dann anzurathen, die Rübenmiethen zu numeriren und das Gewicht jeder Miethe zu notiren, um auf diese Weise die Menge verarbeiteter Rüben controliren zu können. — Wenn der Saftgewinn nur mittelst Pressen ohne Zusatz von Wasser erzielt wird, so erlaubt die Menge des erzielten Saftes bei bekannter (und gründlich erprobter) Leistungsfähigkeit der Saftgewinnungsapparate wohl einen Rückschluss auf die Menge verarbeiteter Rüben, ohne indessen eine Controle zu liefern.

Ferner ist die Anzahl der Scheidungen von bekanntem, sich stets gleichbleibendem Inhalte täglich zu bemerken, um daraus das Gewicht der erzielten Saftmenge berechnen und (bei bekanntem Rübengewichte) den Saftgewinn controliren zu können. — Der Inhalt der Scheidepfannen ist entweder in Maassen (Quent, Eimer, Liter, Wredo oder dgl.) anzugeben oder am besten gleich in Pfunden Wasser, woraus sich durch einfache Multiplication mit dem specifischen Gewichte des Saftes das richtige Gewicht der Saftmenge ergiebt. Fasste z. B. ein Scheidekessel 1000 Pfd. Wasser, so würde das gleiche Saftvolumen (bis zur normalen Wasserlinie) z. B. bei Rübensäften von nahezu 8° Bé. oder 14 Proc. Bg. = 1,0572 specif. Gew. (1000 . 1,0572 =) 1057,2 Pfd. wiegen, und bei nahezu 9° Bé. = 16 Proc. Bg. = 1,0657 specif. Gew. in Summa (1000 . 1,0657 =) 1065,7 Pfd. — Auf diese Weise ist das absolute Ge-

wicht der jedesmaligen Saftmenge pro Scheidepfanne sehr leicht und sicher zu finden, und die Berechnung der procentischen Saftausbeute ist dadurch erleichtert. Bei Wasserzusatz in der Saftgewinnung muss vor allen Dingen die Menge des dem Safte beigemischten Wassers ermittelt werden, um die Saftgewinnung richtig beurtheilen zu können.

Ebenso ist die Qualität des Saftes von der grössten Wichtigkeit für die technische Controle. Deshalb ist die durchschnittliche Dichtigkeit des Saftes nach Brix oder Balling (woraus das specifische Gewicht nach den am Schlusse beigegebenen Tabellen sich ergiebt) ebensowohl wie der Gehalt des Saftes an reinem Zucker sorgfältig zu notiren. Wenn man den procentischen Zuckergehalt, z. B. 12 Proc., mit der Menge verarbeiteter Rüben pro Tag (= 1000 Centner) multiplicirt; so erhält man die Summa der Procente (= 12000), welche per Monat addirt, die Durchschnittszahlen ergeben, die einer vernünftigen Controle zur Grundlage dienen müssen.

Ebenso wichtig wie die Controle über die Qualität der verarbeiteten Säfte ist dieselbe aber auch darüber, wie weit man durch die Mittel der Fabrikation die Säfte reinigte.

Die Qualität der rohen Säfte, wie sie mit der halben Ventzke'schen Spindel sehr leicht festzustellen, bietet mithin den Ausgangspunkt für die Reinigung der Säfte, die Untersuchung der zum Kochen gelangenden Säfte giebt den Grad der erzielten Reinigung und mithin durch die Differenz die Menge der abgeschiedenen Stoffe an.

Zwar könnte man die einzelnen Stationen der Säfteveredlung hier anführen; allein solche Details würden nur die Uebersichtlichkeit beeinträchtigen und besitzen auch nur dann einen Werth, wenn eine detaillirte Controle wünschenswerth erscheint. Ebenso kann es von Interesse sein, die Alkalinität des geschiedenen Saftes und des Dicksaftes täglich zu notiren, um vielleicht für spätere Resultate einen Anhaltepunkt sowohl daran als auch an der Menge der organischen Stoffe im rohen und eingedickten Safte zu haben. Diese beiden Rubriken bilden eigentlich die Unterabtheilungen für die Reinheit der Säfte; denn während bei der Aufzeichnung des relativen Zuckergehaltes, der die Reinheit der Säfte repräsentirt, die Reinigung so zu sagen en bloc in Zahlen gefasst ist, wird sie in den beiden letzteren Columnen für organische und unorganische Substanzen specificirt.

Diese Aufzeichnungen, wenn sie mit Fleiss und Strebsamkeit ganze Campagnen hindurch fortgesetzt würden, könnten wesentlich dazu beitragen, den Einfluss von organischen und unorganischen Stoffen

deutlicher zu markiren und sie würden vielleicht unsere Ansichten über die Fabrikation in vieler Beziehung modificiren und berichtigen.

Die Aufzeichnung der angewandten Fabrikationsmittel als die Menge der Knochenkohle, die Zahl der Filter (von bekanntem Inhalte), die Menge von Kalk, Holzkohlen oder Coaks, Salzsäure, das verbrauchte Brennstoffquantum, die beschäftigte Arbeiterzahl ermöglicht nicht nur die Vergleichung zwischen verschiedenen Etablissements, sondern lässt auch entscheiden, ob die Grösse der angewandten Mittel im Verhältniss zum erzielten Effecte stand. Die Ausbeute wird erstens nach der Füllmasse beurtheilt; sie wird dem Gewichte nach täglich angemerkt und ihr Betrag mit der erzielten Saftmenge von bekannter Concentration verglichen.

Die Ausbeute an Rohzucker oder an „erstem Product“ aus der Füllmasse ist von grosser Wichtigkeit, da die Fehler oder die Vorzüge einer Fabrikationsmethode sich darin gewöhnlich deutlich zu erkennen geben und der Hauptertrag der Fabrik darin zu suchen ist; man thut daher wohl, sowohl das Gewicht als auch die erzielten Procente desselben aus 100 Theilen Füllmasse anzugeben.

Aus solchen oder ähnlichen tabellarischen Zusammenstellungen kann man selbst in späteren Zeiten noch eine genaue Controle des Betriebes schöpfen, man kann die Fehler des befolgten Verfahrens erkennen und sie für die Zukunft vielleicht vermeiden.

Es werden daher zum Vergleiche für den jedesmaligen Fall in den folgenden Capiteln die Menge an Füllmasse und Zucker, die man in jedem Falle erhalten sollte, sowie auch die Stationen, in denen grosse Verluste vorzukommen pflegen, nebst den Mitteln zur Verhütung derselben angegeben.

Monat October 1862. Technischer

Datum.	Verarbeitete Rüben		Anzahl der Scheidepfannen à 2091 Pfd. Inhalt.	Erzielte Menge			Procente		
	Ctr.	Pfd.		Ctr.	Pfd.	Proc. der Rüben.	Balling	reinen Zuckers	in Summa
1	1000	—	43	899	13	89,9	14	12	12,000
2									
3 bis 30									

Materialverbrauch.

Zahl der Filter à 3485 Pfund Inhalt	Summa der verbrauchten Kohle		Kalk		Salzsäure		Koaks		Brennstoff		Arbeitsschichten	
	Ctr.	Pfd.	Ctr.	Pfd.	Ctr.	Pfd.	Ctr.	Pfd.	Ctr.	Pfd.	in der Fabrik	in dem Hofe
8	278	80	2	69	—	89	1	72	250	20	134	15

etrieb.

Saft.

Reinheit desselben oder relativer Zuckergehalt		Alkalinität (Kalkwasser = 1)		Organische Substanzen Procente	
im rohen Safte	im Dicksafte	des geschiedenen Saftes	des eingedickten Saftes	im Rohsafte	im Dicksafte
75	85	1,8	0,25	0,8	0,15

Fabrikationsergebniss.

Füllmasse						Rohzucker								
I. Product		II. Product		III. Product		I. Product			II. Product			III. Product		
								aus 100 Füllmasse			aus 100 Füllmasse			aus 100 Füllmasse
Ctr.	Pfd.	Ctr.	Pfd.	Ctr.	Pfd.	Ctr.	Pfd.	Proc.	Ctr.	Pfd.	Proc.	Ctr.	Pfd.	Proc.
120	—	—	—	—	—	72	—	60	—	—	—	—	—	—

Vorausbestimmung der Ausbeute an Füllmasse, Rohzucker und Melasse aus 100 Rübe.

Um mit Sicherheit und Schnelligkeit vorausbestimmen zu können, wie viel Zucker man aus einer Rübe, deren Qualität bekannt ist, unter den jedesmaligen obwaltenden Verhältnissen erhalten werde, kann man sich folgender Anhaltspunkte bedienen.

Da der procentische Zuckergehalt eines Rübensaftes leicht durch die Polarisation oder durch ein anderes Verfahren zu ermitteln ist, so legt man die hier gefundene Zahl der Berechnung über die Ausbeute an Zucker zu Grunde. Es ist dabei sehr zu rathen, eine grössere Anzahl Rüben verschiedener Grösse zur Gewinnung dieses zu untersuchenden Saftes, der den Durchschnitt der Rüben repräsentiren soll, zu verwenden, um der Wahrheit und dem Ergebniss im Grossen so nahe als möglich zu kommen.

Gesetzt nun, man hätte aus einer grösseren Anzahl Rüben einen Saft erhalten, dessen Gehalt an Zucker zu 11,5 Proc. (bei einer Anzeige von 15,3 Proc. Balling = $8^1/_2{}^0$ Bé.) ermittelt wäre, so würde die Zuckermenge, auf 100 Theile Rüben reducirt, betragen (11,5 . 96 =) 11,04 Proc. Zucker, da 100 Theile Rüben 96 Theile Saft enthalten. Da die Rübe aber der zu verarbeitende Rohstoff ist, auf den der praktische Fabrikant gern alle Producte in Procenten berechnet, so ist der darin enthaltene Zucker, den man gewöhnlich für 100 Theile Saft ermittelt, auch stets erst auf die Rübe zu reduciren.

Aus der Rübe erzielt der Fabrikant nun mehr oder weniger Saft, je nach der adoptirten Saftgewinnungsmethode, je nach der grösseren oder geringeren Menge des zugesetzten Wassers etc. Obschon nun im praktischen Leben die Saftausbeute von 80 bis 90 Proc. variiren kann, wollen wir doch zu unserem Beispiele 80 Proc. annehmen. Wenn also 100 Theile Rüben 11,04 Proc. Zucker enthielten, so können 80 Theile Saft davon auch nur (80 . 11,04 =) 8,83 Proc. Zucker gewinnen lassen, und diese Menge Zucker erhält der Fabrikant aus solchen Rüben wirklich in dem Scheidekessel.

Bei der Operation der Scheidung selbst wie in der ganzen Fabrikation kann ein doppelter Verlust stattfinden:

a) ein chemischer und

b) ein rein mechanischer.

Ein chemischer Zuckerverlust, veranlasst durch eine Zerstörung von Zucker, die bei einer grossen Menge der im Safte enthaltenen Aetzalkalien vielleicht stattfinden könnte, muss entweder durch Anwendung des salzsauren Kalkes (Chlorcalcium) verhütet werden (worüber weiter unten), oder seine durch den Betrieb für die Oertlichkeit ermittelte Grösse muss hier besonders in Rechnung gebracht resp. abgezogen werden.

Eine bestimmte Zahl für diesen Verlust lässt sich nicht fixiren, wenn auch manche Schriftsteller, z. B. Michaëlis, angeben, dass derselbe $^1/_{10}$ des vorhandenen Zuckergehaltes ausmache. Dies zeigt auch schon die tägliche praktische Erfahrung. So z. B. finden sich in Südrussland Rüben, deren Säfte nebst 13 Proc. Zucker nur 0,4 Proc. Alkalien enthalten, während in Böhmen bei 11,5 Proc. Zucker oft 0,8 Proc. bis 1,2 Proc. Alkalien anzutreffen sind. Die Menge des bei der Scheidung zerstörten Zuckers steht nun zwar im genauen Verhältniss zu den Alkalien, doch ist dieser Verlust in vielen Fällen so gering, dass er durch die bis jetzt bekannten Instrumente gar nicht nachgewiesen werden konnte.

Ich muss daher diesen Verlust hier unberücksichtigt lassen, und kann höchstens empfehlen, ihn vorkommenden Falles festzustellen und mit in Rechnung zu bringen.

Eben so wenig kann ich einen anderen durch chemische Einflüsse herbeigeführten Verlust beziffern. Sollte ein solcher vorhanden sein, so ist er, wenigstens bei dem jetzigen Standpunkte der Fabrikation, so unbedeutend, dass man ihn füglich unberücksichtigt lassen kann, ohne einen Fehler zu begehen. Derjenige Verlust, welcher durch die die Krystallisation verhindernde Eigenschaft der Salze veranlasst wird, tritt erst bei der Gewinnung von Rohzucker aus der Füllmasse zu Tage, da ja die Salze mit in die Füllmasse gelangen, und wir wollen denselben auch erst da berücksichtigen.

Es könnte nun höchstens noch in Betracht zu ziehen sein, dass durch die Einwirkung der Siedhitze auf den Zucker beim Eindicken ein Verlust entstehen könnte. In einer Raffinerie, die Zucker von 99 Proc. verarbeitete, wurde 1 Proc. Zucker in Melasse übergeführt, der auf diese Rechnung gesetzt werden könnte, bei einem Rübensafte von 9,9 Proc. Zucker würden demnach möglicherweise 0,1 Proc. Zucker verloren gehen, was ich indess hier auch vernachlässigen will.

Wohl findet in Rübenzuckerfabriken, die mangelhaft eingerichtet oder selbst bei pompöser Ausstattung schlecht organisirt sind, oft ein bedeutender Verlust durch die Zersetzung der Säfte während der Arbeit statt, wenn viele Gährungserreger im Safte sind, die durch geeignete Temperatur, Umstände und Zeit die Gelegenheit erhalten, zerstörend auf den Zucker einzuwirken; allein dies ist dann eine irrationelle Arbeit und kann für den geregelten Betrieb nicht berücksichtigt werden.

Wir kommen nun zu den Verlusten, die durch physikalische oder mechanische Ursachen herbeigeführt werden.

In der Scheidung werden bekanntlich einige Bestandtheile des Saftes ganz ausgeschieden; es bildet sich dabei der sogenannte Schlamm, der selbst nach dem Auspressen je nach Menge und Beschaffenheit noch 3 bis 9 Theile Saft zurückhält. Der Fabrikant, der dies für seine Verhältnisse noch nicht direct ermittelte, kann mit mir hierbei ohne grossen Fehler im Mittel 4 Proc. Saft annehmen.

Bei der Filtration (siehe dieselbe) bleiben in der Knochenkohle 5 Proc. Saft zurück, welche selbst durch gutes Aussüssen ungewinnbar sind.

Den Verlust durch Verzetteln, Ueberspritzen beim Kochen kann man höchstens auf 1 Proc. Saft annehmen.

Wenn also 100 Theile Saft (4 + 5 + 1 =) 10 Theile Saft in Summa im Laufe der ganzen Fabrikation einbüssen, so beträgt der Verlust für 80 Theile aus 100 Rüben erzielten Saftes 8 Proc., es kommen also nur 72 Proc. Saft der Rübe zur Eindickung, resp. liefern Füllmasse.

In unserem Beispiele, wo die Rübe 11,04 Proc. Zucker enthielt, kämen daher zur Füllmasse (11,04 . 72 =) 7,949 Proc. Zucker.

Der ganze von der Scheidung bis zur Füllmasse eintretende Verlust betrüge demnach in diesem Falle (8,83 — 7,95 =) 0,88 Proc.*), also so wenig, wie nur eine genaue und aufmerksame Arbeit bei Vermeidung grösserer chemischer Verluste ermöglicht.

Dass ich hier den Verlust an Zucker auch ebenso in Procenten Saft (in welchen der Zucker ja gelöst enthalten) angebe, wie er in der Praxis wirklich stattfindet, und wie es meines Wissens noch nirgends geschehen, bedarf wohl keiner weiteren Rechtfertigung.

*) Schatten nahm 0,75 Verlust als constant an, während ich schon bis 2,2 Proc. gefunden habe.

Meiner Ansicht nach haben wir uns bisher derartige Lösungen ganz einfacher Probleme nur zu schwer gemacht. Ich sah darüber sehr verwickelte Formeln, unentzifferbare Tabellen aufgestellt, die, abgesehen von ihrer Unrichtigkeit, sich gar nicht für den rationellen Fabrikanten eignen, der die Klarheit einer Darstellung, welche sich der Praxis vollständig anschliesst, über Alles schätzen muss.

Fassen wir nun die obigen Feststellungen in eine Formel zusammen, zu der wir uns folgender Buchstaben bedienen:

S = die aus 100 Rüben erzielte Saftmenge,

Z = Procente Zucker in 100 Rüben (d. h. die Angaben der Polarisation für 100 Saft . 96),

V = Verlust an Theilen Saft während der Fabrikation, angenommen zu 10 Proc. Saft,

z = Procente Zucker in der Zuckermasse,

so entsteht daraus:

$$z = Z \cdot (S - V),$$

d. h. Zucker in der Zuckermasse = 11,04 . (80 — 8 =) 7,95 Proc.

Man sieht, wie leicht auf diese Weise die Berechnung derjenigen Menge Zucker ist, welche in die Füllmasse gelangt. Kennt man die Qualität derselben im Voraus, so lässt sich daraus die Menge der resultirenden Füllmasse folgern, wie auch die Ausbeute an verkäuflichem Zucker einer bestimmten Qualität.

Da nämlich die trockene Substanz der Füllmasse aus Zucker und Nichtzucker besteht, so muss, wenn das Verhältniss beider Theile bekannt ist, der eine Theil (eine gleiche Beschaffenheit der Salze in allen Fällen vorausgesetzt) den anderen bedingen. Gesetzt, 100 Theile trockener Füllmasse enthielten 85 Proc. Zucker (durch Polarisation gefunden), so müssten 15 Proc. Nichtzucker daneben vorhanden sein. In einem solchen Falle würden für unser Beispiel hier nach der Proportion 85 : 100 = 7,95 : x, woraus

$$x = \frac{7{,}95 \cdot 100}{85} = 9{,}35 \text{ Proc.},$$

9,35 Proc. Füllmasse trockner Substanz resultiren.

Leider aber weiss man die Qualität der resultirenden Füllmasse nicht immer voraus, da dieselbe sowohl durch die verschiedene Qualität der Rübensäfte, als auch hauptsächlich durch die Art der Fabrikation bedingt wird.

In unserem Beispiele kommt im rohen Rübensafte eine Differenz von (15,3 — 11,5 Proc. Zucker =) 3,8 Proc. auf Rechnung fremder

Substanzen, und wenn auch schon diese Zahl den Procentsatz keineswegs genau angiebt, so wollen wir doch hier behuf einer möglichst raschen Lösung der Frage die Differenz zwischen der Anzeige an Balling's Procentenmesser und dem wahren Zuckergehalte als wirkliche Procente ansehen.

Die Erfahrung lehrt nun, dass man im grossen Durchschnitte die Hälfte dieser Stoffe (oder 50 Proc. davon) in allen Stadien der reinigenden Fabrikation zusammengenommen durch richtige Arbeit abscheiden kann. Zwar hat die Beschaffenheit dieser fremden Substanzen im Rübensafte einen bedeutenden Einfluss darauf, da jedoch die Abscheidung derselben aus dem Rübensafte der Zweck, das technische Verfahren in der Fabrik das Mittel dazu ist, so sind die Mittel dem Zwecke vernunftgemäss anzupassen, und wir haben demnach wohl ein Recht, den Zweck als Hauptsache hinzustellen und als solchen die Entfernung der Hälfte der im Rübensafte vorhandenen fremden Substanzen zu bezeichnen. Indessen bleibt es jedem Fabrikanten unbenommen, hier diejenige Menge in Rechnung zu bringen, welche nach seiner Ansicht für seine Fabrikationsmethode passt.

Wir kehren nun zu unserem Beispiele zurück, bei welchem in 100 Saft 3,8 fremde Stoffe vorhanden sind. Da aber 100 Rübe nur 96 Theile Saft enthalten, so beträgt dies auf 100 Rübe auch nur 3,65 fremde Substanzen, und da 80 Proc. Saft gewonnen werden, so kommen zur Fabrikation pro 100 Rübe (80 . 3,65 =) 2,92 Proc., wovon die Hälfte abgeschieden wird, so dass noch 1,46 Proc. zur Füllmasse gelangen.

Zur leichteren übersichtlicheren Berechnung könnte man dafür sich folgender Formel bedienen, worin

N = Nichtzucker in 100 Theilen Rübensaft bedeutet,
S = Saftmenge,
n = Nichtzucker, der zur Füllmasse gelangt,

also

$$n = \frac{N \cdot 96 \cdot S}{2 \cdot 100 \cdot 100},$$

oder hier

$$n = \frac{3{,}8 \cdot 96 \cdot 80}{2 \cdot 100 \cdot 100} =$$

Auf diese Art hat man nicht nur
Menge der Füllmasse der Natur der
send, vorher bestimmt, sondern kennt
zu erwartenden Füllmasse nach bestimmt

Wir erhielten oben:

Zucker in der Füllmasse	$z = 7{,}95$ Proc.
Nichtzucker in der Füllmasse	$n = 1{,}46$ "
Also Trockensubstanz der Füllmasse	$= 9{,}41$ Proc.
Die Menge Wasser darin variirt von 4 bis 13 Proc. in verschiedenen Fabriken, also angenommen zu 10 Proc.	$= 0{,}94$ "
Ergiebt in Summa	10,35 Proc.

Füllmasse.

Hieraus lässt sich die Qualität der Füllmasse oder ihre Polarisation in 100 Theilen fester Substanz procentisch vorher bestimmen, denn $9{,}41 : 7{,}95 = 100 : x$, woraus

$$x = \frac{100 \,.\, 7{,}95}{9{,}41} = 84{,}5 \text{ Proc.}$$

Zucker in 100 Theilen Füllmasse folgt, oder mit anderen Worten, der Fabrikant wird aus solchen Rüben eine Füllmasse erhalten, die 84,5 Proc. polarisirt.

Um nun in einer Rechnung die Bestimmung der Füllmasse auszuführen, bediene man sich folgender Formel, in der:

$W =$ das Wasser in der Füllmasse,
$F =$ die Menge der zu erwartenden Füllmasse,
$Z =$ die Zuckermenge in 100 Rüben (d. h. Polarisation . 96),
$S =$ erzielte Saftmenge in Procenten der Rübe,
$V =$ Verlust an Saft während der Fabrikation (10 Proc. des erzielten Saftes),
$N =$ Nichtzucker in 100 Rübe (die Differenz zwischen Balling's Aräometer und Polarisation . 96),

bezeichnen. Die Formel selbst ist:

$$F = Z \,.\, (S - V) + \frac{N \,.\, S}{2} + W,$$

welche auf unser Beispiel angewendet in Zahlen sein würde:

$$F = 11{,}04 \,.\, (80 - 8) + \frac{3{,}6 \,.\, 80}{2} + 0{,}94 = 10{,}35 \text{ Proc.},$$

oder:

$$7{,}95 + 1{,}46 + 0{,}94 = 10{,}35 \text{ Proc.},$$

was in hintenfolgender Tabelle mit 10,4 Proc. angegeben ist.

Will man nun noch erfahren, wie viel Rohzucker eines bestimmten Gehaltes daraus zu erzielen ist, so berechnet man am sichersten auf weissen Zucker, indem man von dem in der Füllmasse enthaltenen

wieder vergrössert, so dass bei derselben Spannung ein grösseres Dampfvolumen erzielt wird.*) Da nun in Dampfmaschinen ein bestimmtes Volumen Dampf den Cylinder füllt; so ist es erklärlich, dass durch die Ueberhitzung des Dampfes und seine dadurch herbeigeführte Volumvergrösserung eine Ersparniss erzielt wird, und es ist wohl möglich, dass sich dieselbe, besonders wenn man die obigen Vortheile mit berücksichtigt, wie bei Dampfschiffen zu 20 und mehr Procenten beziffert.

Für die Rübenzuckerfabriken ist aber besonders die Ueberhitzung des Dampfes noch deshalb wichtig, weil die Erhitzungs- und Kochoperationen wegen der grösseren Temperaturdifferenz, die erhitzter Dampf zu bewirken im Stande ist, wesentlich beschleunigt werden. Dieselben Heizflächen der Apparate leisten also mehr und man kann dadurch begreiflicherweise die Leistungsfähigkeit der Apparate wesentlich erhöhen, was bei der Rübenzuckerfabrikation oft von sehr wesentlicher Bedeutung sein kann.

Da die Ueberhitzungsapparate für Dampf mit wenig Kosten anzulegen, ihre Reparaturen bei zweckmässiger Anlage nicht sehr bedeutend sind, eine Gefahr dabei nicht zu befürchten ist und die Temperatur des Dampfes beliebig regulirt werden kann; so sind dieselben den Rübenzuckerfabriken dringend zu empfehlen als ein Mittel, die Kosten zu vermindern, also den Zucker billiger zu produciren.

Technische Ueberwachung des Betriebes.

Ausser der Erfüllung der in den vorigen Capiteln besprochenen Bedingungen der Anlage und Organisation ist es aber für den praktischen Rübenzuckerfabrikanten von der grössten Wichtigkeit, den Betrieb zu verfolgen, um ihn controliren und nöthigenfalls rasche Abhülfe schaffen zu können. Nichts erleichtert aber eine Controle mehr

*) Nach Fairbairn dehnt sich z. B. Dampf bei Erhitzung von 180 bis 200° um $\frac{1}{637}$ aus.

als eine genaue und exacte Buchführung, in der alle Vorgänge, sämmtliche Daten der Praxis genau aufgezeichnet werden, so dass sie eine rasche und klare Uebersicht gestatten. Wie der Kaufmann ohne genaue Buchführung nicht eine richtige Controle seiner Operationen haben kann, so auch nicht der Fabrikant.

Für die technische Buchführung empfiehlt sich am meisten eine deutlich specificirte Tabelle, da diese eine rasche Uebersicht gestattet. Vielleicht könnte die beifolgende Tabelle dazu ein passendes Muster abgeben.

Die erste Columne enthält das Datum des Arbeitstages, deren 30 eine Seite füllen, um den Monat leicht abschliessen zu können.

In der zweiten Columne ist das Gewicht der verarbeiteten Rüben möglichst genau einzutragen, da dies die Basis für die Zuckerausbeute bildet.

Wo die Rüben behufs der Versteuerung gewogen werden, ist dieser Posten sehr leicht zu bestimmen; schwieriger aber gestaltet sich die Sache, wenn die Rüben nur von den Oekonomien übernommen werden und bei der Verarbeitung in der Fabrik ihr Gewicht keiner besonderen Controle unterworfen wird. Es ist dann anzurathen, die Rübenmiethen zu numeriren und das Gewicht jeder Miethe zu notiren, um auf diese Weise die Menge verarbeiteter Rüben controliren zu können. — Wenn der Saftgewinn nur mittelst Pressen ohne Zusatz von Wasser erzielt wird, so erlaubt die Menge des erzielten Saftes bei bekannter (und gründlich erprobter) Leistungsfähigkeit der Saftgewinnungsapparate wohl einen Rückschluss auf die Menge verarbeiteter Rüben, ohne indessen eine Controle zu liefern.

Ferner ist die Anzahl der Scheidungen von bekanntem, sich stets gleichbleibendem Inhalte täglich zu bemerken, um daraus das Gewicht der erzielten Saftmenge berechnen und (bei bekanntem Rübengewichte) den Saftgewinn controliren zu können. — Der Inhalt der Scheidepfannen ist entweder in Maassen (Quent, Eimer, Liter, Wredo oder dgl.) anzugeben oder am besten gleich in Pfunden Wasser, woraus sich durch einfache Multiplication mit dem specifischen Gewichte des Saftes das richtige Gewicht der Saftmenge ergiebt. Fasste z. B. ein Scheidekessel 1000 Pfd. Wasser, so würde das gleiche Saftvolumen (bis zur normalen Wasserlinie) z. B. bei Rübensäften von nahezu 8° Bé. oder 14 Proc. Bg. = 1,0572 specif. Gew. (1000 . 1,0572 =) 1057,2 Pfd. wiegen, und bei nahezu 9° Bé. = 16 Proc. Bg. = 1,0657 specif. Gew. in Summa (1000 . 1,0657 =) 1065,7 Pfd. — Auf diese Weise ist das absolute Ge-

wicht der jedesmaligen Saftmenge pro Scheidepfanne sehr leicht und sicher zu finden, und die Berechnung der procentischen Saftausbeute ist dadurch erleichtert. Bei Wasserzusatz in der Saftgewinnung muss vor allen Dingen die Menge des dem Safte beigemischten Wassers ermittelt werden, um die Saftgewinnung richtig beurtheilen zu können.

Ebenso ist die Qualität des Saftes von der grössten Wichtigkeit für die technische Controle. Deshalb ist die durchschnittliche Dichtigkeit des Saftes nach Brix oder Balling (woraus das specifische Gewicht nach den am Schlusse beigegebenen Tabellen sich ergiebt) ebensowohl wie der Gehalt des Saftes an reinem Zucker sorgfältig zu notiren. Wenn man den procentischen Zuckergehalt, z. B. 12 Proc., mit der Menge verarbeiteter Rüben pro Tag (= 1000 Centner) multiplicirt; so erhält man die Summa der Procente (= 12000), welche per Monat addirt, die Durchschnittszahlen ergeben, die einer vernünftigen Controle zur Grundlage dienen müssen.

Ebenso wichtig wie die Controle über die Qualität der verarbeiteten Säfte ist dieselbe aber auch darüber, wie weit man durch die Mittel der Fabrikation die Säfte reinigte.

Die Qualität der rohen Säfte, wie sie mit der halben Ventzke'schen Spindel sehr leicht festzustellen, bietet mithin den Ausgangspunkt für die Reinigung der Säfte, die Untersuchung der zum Kochen gelangenden Säfte giebt den Grad der erzielten Reinigung und mithin durch die Differenz die Menge der abgeschiedenen Stoffe an.

Zwar könnte man die einzelnen Stationen der Säfteveredlung hier anführen; allein solche Details würden nur die Uebersichtlichkeit beeinträchtigen und besitzen auch nur dann einen Werth, wenn eine detaillirte Controle wünschenswerth erscheint. Ebenso kann es von Interesse sein, die Alkalinität des geschiedenen Saftes und des Dicksaftes täglich zu notiren, um vielleicht für spätere Resultate einen Anhaltepunkt sowohl daran als auch an der Menge der organischen Stoffe im rohen und eingedickten Safte zu haben. Diese beiden Rubriken bilden eigentlich die Unterabtheilungen für die Reinheit der Säfte; denn während bei der Aufzeichnung des relativen Zuckergehaltes, der die Reinheit der Säfte repräsentirt, die Reinigung so zu sagen en bloc in Zahlen gefasst ist, wird sie in den beiden letzteren Columnen für organische und unorganische Substanzen specificirt.

Diese Aufzeichnungen, wenn sie mit Fleiss und Strebsamkeit ganze Campagnen hindurch fortgesetzt würden, könnten wesentlich dazu beitragen, den Einfluss von organischen und unorganischen Stoffen

deutlicher zu markiren und sie würden vielleicht unsere Ansichten über die Fabrikation in vieler Beziehung modificiren und berichtigen.

Die Aufzeichnung der angewandten Fabrikationsmittel als die Menge der Knochenkohle, die Zahl der Filter (von bekanntem Inhalte), die Menge von Kalk, Holzkohlen oder Coaks, Salzsäure, das verbrauchte Brennstoffquantum, die beschäftigte Arbeiterzahl ermöglicht nicht nur die Vergleichung zwischen verschiedenen Etablissements, sondern lässt auch entscheiden, ob die Grösse der angewandten Mittel im Verhältniss zum erzielten Effecte stand. Die Ausbeute wird erstens nach der Füllmasse beurtheilt; sie wird dem Gewichte nach täglich angemerkt und ihr Betrag mit der erzielten Saftmenge von bekannter Concentration verglichen.

Die Ausbeute an Rohzucker oder an „erstem Product“ aus der Füllmasse ist von grosser Wichtigkeit, da die Fehler oder die Vorzüge einer Fabrikationsmethode sich darin gewöhnlich deutlich zu erkennen geben und der Hauptertrag der Fabrik darin zu suchen ist; man thut daher wohl, sowohl das Gewicht als auch die erzielten Procente desselben aus 100 Theilen Füllmasse anzugeben.

Aus solchen oder ähnlichen tabellarischen Zusammenstellungen kann man selbst in späteren Zeiten noch eine genaue Controle des Betriebes schöpfen, man kann die Fehler des befolgten Verfahrens erkennen und sie für die Zukunft vielleicht vermeiden.

Es werden daher zum Vergleiche für den jedesmaligen Fall in den folgenden Capiteln die Menge an Füllmasse und Zucker, die man in jedem Falle erhalten sollte, sowie auch die Stationen, in denen grosse Verluste vorzukommen pflegen, nebst den Mitteln zur Verhütung derselben angegeben.

23,46 Kilo. Das Gefäss *B* kann also erst dann sinken, wenn soviel Wasser über den Rand desselben hineingeflossen ist, dass dessen Gewicht 23,46 Kilo balancirt, oder da der Durchmesser des Gefässes *B* zu 30 Centimeter angenommen wurde, die quadratische Fläche (— *b*) mithin 699,5 □C. wäre; so müsste die Höhe des Wasserstandes in dem Gefässe *B* (699,5 : 23,46 =) 30 Centimeter betragen, ehe ein Gleichgewicht stattfände und noch mehr, bis das Untersinken erfolgte. Da nun die ganze Höhe von *B* zu 40 Centimeter angenommen wurde, so würde dies Gefäss nahezu ganz mit Wasser gefüllt sein, ehe es zu sinken begänne.

Dieser extreme Fall zeigt zugleich, dass wenn das Gefäss *B* bei gleicher Höhe einen geringeren Durchmesser hätte, es nicht mehr gehörig functioniren würde. Es ist daher immerhin am gerathensten, diese Instrumente aus guten Werkstätten zu beziehen, oder diese Bedingungen zu erfüllen, um ihrer Wirkung sicher zu sein. Zwar werden mitunter in Fabriken von unberufenen Händen dergleichen selbstthätige Wasserentleerer angefertigt und wenn dieselben ihren Zweck nicht gleich erfüllen, so ist man wohl geneigt, die Sache selbst als wenig durchdacht zu beurtheilen, allein ein solches Resultat ist nicht dem Instrumente, sondern höchstens der ungeschickten Anfertigung desselben zuzuschreiben.

Diese selbstthätigen Wasserentleerer sind für alle Dampfleitungen, die zum Erwärmen oder zum Kochen von Flüssigkeiten benutzt wurden, ihrer Einfachheit wegen sehr zu empfehlen. Sie werden auch mit Erfolg an den Dampf- resp. Wasserrohren der Scheidepfannen, Abdampfpfannen, Kochapparate etc. angebracht. Nur ist es nöthig, dass da, wo z. B. die Condensationswässer mehrerer Scheidepfannen in einen Automaten geführt werden, in den Leitungen jeder Pfanne ein kleines Ventil von einer der in Fig. 180, 181 u. 182 a. S. 728 abgebildeten Constructionen eingeschaltet werden muss. Die von den Kochgefässen abziehenden Wässer treten nach der Richtung der Pfeile bei *a* ein, heben das Ventil und treten auf der anderen Seite aus in ein gemeinschaftliches Rohr, aus welchem aber die Dämpfe anderer Leitungen nicht in entgegengesetzter Richtung zurücktreten können, da sich alsdann das Ventil schliesst.

Fig. 180.

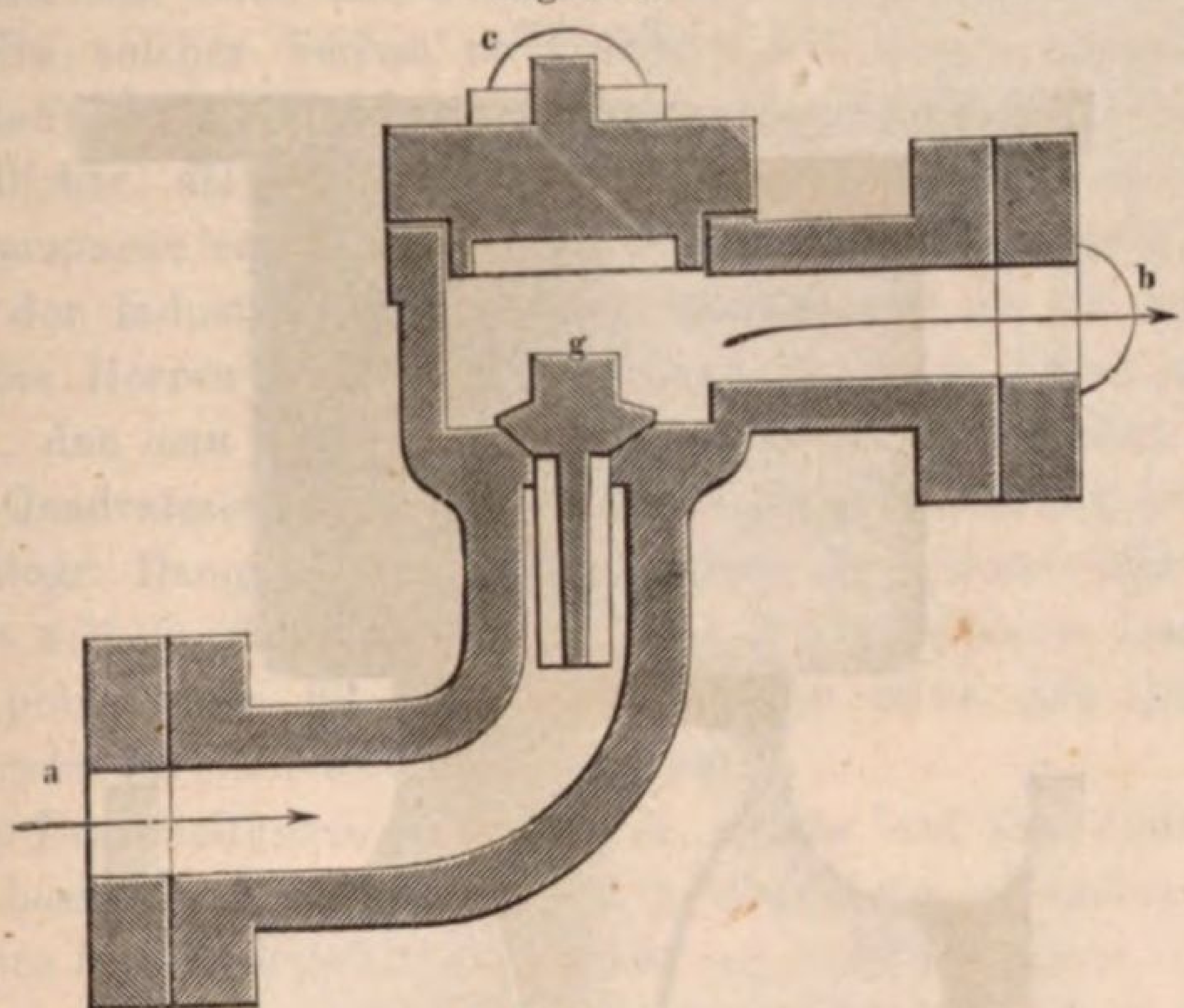
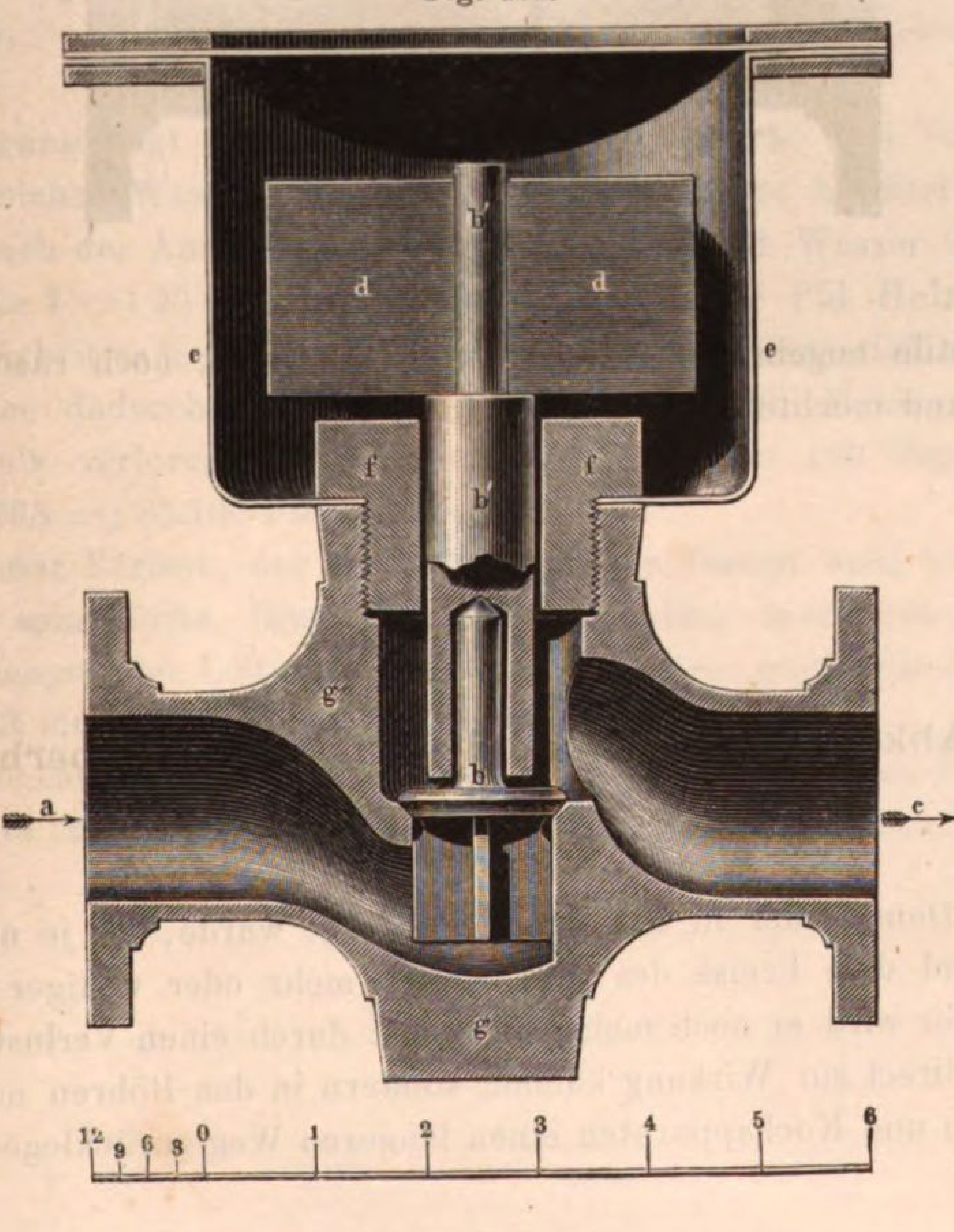
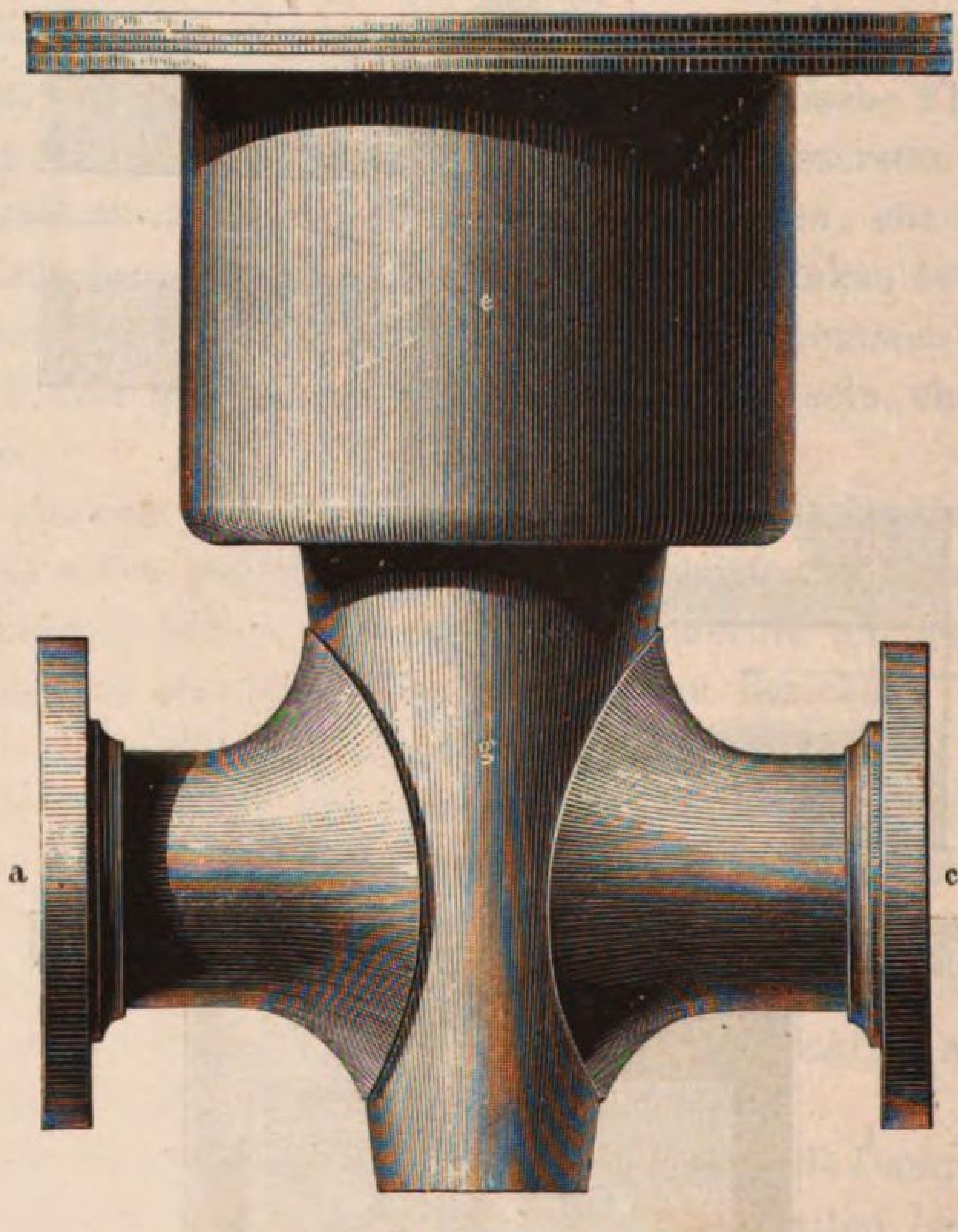


Fig. 181.



Die in Figur 181 erläuterte Construction lässt durch ein über

Fig. 182.



dem Ventile angebrachtes Gewicht diesen Zweck noch rascher erreichen und möchte daher den Vorzug verdienen.

Ueber Abkühlung der Dampfleitungen und Ueberhitzung des Dampfes.

Der Dampf, der in den Kesseln erzeugt wurde, ist je nach der Menge und dem Preise des Brennstoffes mehr oder weniger theuer, immer aber wird er noch mehr vertheuert durch einen Verlust, wenn er nicht direct zur Wirkung kommt, sondern in den Röhren nach den Maschinen und Kochapparaten einen längeren Weg zurücklegen muss,

wobei sich ein Theil davon durch Wärmeentziehung wieder condensirt. Ein solcher Verlust an Dampf (oder unnütz aufgewendetem Brennstoff) für die eigentlichen Zwecke der Fabrikation wird um so empfindlicher, als er unausgesetzt stattfindet und sich so im Laufe einer Campagne zu einem grossen Betrage summirt. Nach den Versuchen der Industriegesellschaft zu Mühlhausen, die im Jahre 1859 durch die Herren Royet und Burnat über den Effect angestellt wurden, den man mit verschiedenen Umhüllungsmaterialien erreicht, lässt 1 Quadratmeter gusseiserne Rohre ohne Bedeckung pro Stunde 2,84 Kilogr. Dampf verdichten bei einer Temperaturdifferenz von 2,75 bis 8,25° C. der Luft und $1^1/_8$ bis 2 Atmosphären Dampfdruck (Dingl. polyt. Journ. Bd. CLV, Heft 1). Dies würde pro Quadratfuss und Stunde ungefähr 0,56 Pfd. betragen.

Die Dampfleitungen einer Fabrik, welche 1000 Ctr. Rüben verarbeitet, besitzen nun aber circa 400 □' Oberfläche. Dieselben können daher pro Stunde ungefähr (400 . 0,56 =) 224 Pfd. Dampf verdichten, oder so viel Pfund verdampften Wassers gehen für die Fabrikation verloren, was einer Leistung von (224 : 60 =) 3,7 Pferdekräften entspricht.

Veranschlagt man die Brennstoffmenge, welche zum Verdampfen eines solchen Wasserquantums erforderlich ist, so beziffert sich dieselbe nach der Annahme, dass 1 Pfd. Kohle 7 Pfd. Wasser verdampft, zu (224 : 7 =) 32 Pfd. pro Stunde (oder zu 63,8 Pfd. Holz.) Da in einem Arbeitstage 24 Stunden hindurch diese Condensation stattfindet, so gehen dadurch pro Tag (24 × 32 =) 768 Pfd. Kohle oder 1531 Pfd. Holz verloren und in einer Campagne von 120 Tagen daher (120 . 768 =) 82,160 Pfd. Kohlen.

Dieser Verlust, der bei 3 Atmosphären Dampf wohl noch etwas grösser sein dürfte, lässt sich nun vermindern durch entsprechende Umhüllungen der Leitungsröhren, wodurch diese gegen die Abkühlung der Luft mehr oder weniger geschützt werden.

Folgendes sind die Resultate von 12 Versuchen (nach dem Bulletin de la société industrielle de Mühlhausen Nro. 147, 1859).

	Pro Stunde.	
	und Quadratmeter. Kilogr.	und Quadratfuss. Pfd.
1) Gusseisen ohne Bedeckung	2,84	0,56
2) Pimont'sche Masse (28 Frcs. kosten pro 1 Quadratmeter)	1,56	0,32
3) Filz mit Kautschuk getränkt (2 Frcs. pro Quadratmeter)	1,53	0,30
4) Baumwollenabfälle mit Leinwand umnäht (2 Frcs. 55 Centimes pro Quadratmeter)	1,39	0,27
5) Grössere Thonröhren (welche eine Luftschicht um die Dampfröhren halten) mit Letten und Stroh umwickelt (9 Frcs. 5 Centimes pro Quadratmeter)	1,12	0,21
6) Stroh, 1½ Centimeter (6 bis 7 Linien) dick, schlicht aufgelegt und mit Strohzöpfen umwickelt (2 Frcs. 65 Centimes pro Quadratmeter) .	0,98	0,19

Daraus erhellt, dass man durch entsprechende Umhüllungen den Verlust um ein Drittheil vermindern kann.

Dennoch wird der eigentliche Zweck nur unvollständig erreicht; für den intelligenten Fabrikanten handelt es sich nun in solchem Falle aber nicht darum, den Verlust nur zu vermindern, sondern den höchsten Effect von dem einmal erzeugten Dampfe zu erzielen. Dieses lässt sich bei Dampfkesseln dadurch erreichen, dass man den erzeugten Dampf mittelst der aus den Kesseln abziehenden Feuerluft (die gewöhnlich über 200° heiss ist) überhitzt. Man hat zu diesem Zwecke nur nöthig in den Fuchs oder den Rauchcanal Röhren zu legen, durch die man den Dampf leitet. Die Form dieser Röhren und die Grösse ihrer Oberfläche richtet sich nach der Hitze der abziehenden Gase, sowie nach dem Grade, bis zu welchem man den Dampf überhitzen will. Die Oberfläche variirt von ½ bis 5 □′ pro Pferdekraft oder für 1000 Ctr. Rüben von 44 bis 440 □′, doch dürfte eine mittlere Erhitzung mit 160 □′ zu erreichen sein.

Die Wärme, die zu der Dampfüberhitzung verwendet wird, kostet

in diesem Falle nichts, da sie sonst nutzlos in den Schornstein entweicht; der ganze Kostenaufwand besteht also in der Anlage und Reparatur der Röhren; dagegen sind die Vortheile, welche dadurch dem Betriebe erwachsen können, keineswegs gering anzuschlagen. Sie bestehen hauptsächlich: erstens in der kostenlosen Verdampfung desjenigen Wassers, welches der Dampf gewöhnlich mit fortreisst, indem theils jede aufsteigende Dampfblase Wassertheile mit sich führt, theils auch das Wasser durch heftiges Kochen überspritzt. Dieses mit dem Dampfe fortgeführte Wasser macht oft einen nicht unbedeutenden Theil der ganzen verdampften Wassermenge aus. Peclet spricht sogar von 20 Proc. dieses Quantums. Dass besonders bei starker Dampfentwickelung und heftigem Sieden viel Wasser mit überspritzt, davon kann man sich bei der Verdampfung in geöffneten Kesseln überzeugen. Dieses Wasser nun wird in den Dampfröhren mit fortgerissen, gelangt in die Cylinder der Dampfmaschinen, in die Schlangen der Pfannen etc. und hindert den Gang der Maschinen sowie die rasche Wärmemittheilung. Das kostenlose Verdampfen dieses mitgerissenen Wassers durch die abziehende Feuerluft gewährt schon aus diesem Grunde eine Brennstofferspärniss von wenigstens 5 bis 10 Proc. je nach den Umständen und der Art der angewandten Kessel.

Zweitens wird durch die Ueberhitzung des Dampfes die sonst so leicht eintretende Condensation in den Dampfleitungen verhindert, der Dampf gelangt daher in seiner ganzen Menge zum Gebrauch; in den Cylindern der Dampfmaschinen kann sich daher kein Wasserstein absetzen, der nur nach der Verdichtung des Dampfes zu Wasser sich ablagern kann.

Drittens wird das Volumen des Dampfes durch die Erhitzung vergrössert, wie sich ja auch Gase bei ihrer Erwärmung ausdehnen. Das Volumen des gesättigten Dampfes ist nach William Fairbairns und Thomas Tates Experimenten

bei	244° F. =	94,2° R. =	896	mal grösser, als das Wasser, aus dem es entstanden.
„	245° F. =	94,7° R. =	890	„ „
„	257° F. =	100° R. =	751	„ „
„	262° F. =	102,2° R. =	680	„ „
„	268° F. =	104,8° R. =	633	„ „
„	270° F. =	105,7° R. =	604	„ „
„	283° F. =	111,5° R. =	490	„ „

Durch die Ueberhitzung des Dampfes wird aber sein Volumen

wieder vergrössert, so dass bei derselben Spannung ein grösseres Dampfvolumen erzielt wird.*) Da nun in Dampfmaschinen ein bestimmtes Volumen Dampf den Cylinder füllt; so ist es erklärlich, dass durch die Ueberhitzung des Dampfes und seine dadurch herbeigeführte Volumvergrösserung eine Ersparniss erzielt wird, und es ist wohl möglich, dass sich dieselbe, besonders wenn man die obigen Vortheile mit berücksichtigt, wie bei Dampfschiffen zu 20 und mehr Procenten beziffert.

Für die Rübenzuckerfabriken ist aber besonders die Ueberhitzung des Dampfes noch deshalb wichtig, weil die Erhitzungs- und Kochoperationen wegen der grösseren Temperaturdifferenz, die erhitzter Dampf zu bewirken im Stande ist, wesentlich beschleunigt werden. Dieselben Heizflächen der Apparate leisten also mehr und man kann dadurch begreiflicherweise die Leistungsfähigkeit der Apparate wesentlich erhöhen, was bei der Rübenzuckerfabrikation oft von sehr wesentlicher Bedeutung sein kann.

Da die Ueberhitzungsapparate für Dampf mit wenig Kosten anzulegen, ihre Reparaturen bei zweckmässiger Anlage nicht sehr bedeutend sind, eine Gefahr dabei nicht zu befürchten ist und die Temperatur des Dampfes beliebig regulirt werden kann; so sind dieselben den Rübenzuckerfabriken dringend zu empfehlen als ein Mittel, die Kosten zu vermindern, also den Zucker billiger zu produciren.

Technische Ueberwachung des Betriebes.

Ausser der Erfüllung der in den vorigen Capiteln besprochenen Bedingungen der Anlage und Organisation ist es aber für den praktischen Rübenzuckerfabrikanten von der grössten Wichtigkeit, den Betrieb zu verfolgen, um ihn controliren und nöthigenfalls rasche Abhülfe schaffen zu können. Nichts erleichtert aber eine Controle mehr

*) Nach Fairbairn dehnt sich z. B. Dampf bei Erhitzung von 180 bis 200° um $^1/_{637}$ aus.

als eine genaue und exacte Buchführung, in der alle Vorgänge, sämmtliche Daten der Praxis genau aufgezeichnet werden, so dass sie eine rasche und klare Uebersicht gestatten. Wie der Kaufmann ohne genaue Buchführung nicht eine richtige Controle seiner Operationen haben kann, so auch nicht der Fabrikant.

Für die technische Buchführung empfiehlt sich am meisten eine deutlich specificirte Tabelle, da diese eine rasche Uebersicht gestattet. Vielleicht könnte die beifolgende Tabelle dazu ein passendes Muster abgeben.

Die erste Columne enthält das Datum des Arbeitstages, deren 30 eine Seite füllen, um den Monat leicht abschliessen zu können.

In der zweiten Columne ist das Gewicht der verarbeiteten Rüben möglichst genau einzutragen, da dies die Basis für die Zuckerausbeute bildet.

Wo die Rüben behufs der Versteuerung gewogen werden, ist dieser Posten sehr leicht zu bestimmen; schwieriger aber gestaltet sich die Sache, wenn die Rüben nur von den Oekonomien übernommen werden und bei der Verarbeitung in der Fabrik ihr Gewicht keiner besonderen Controle unterworfen wird. Es ist dann anzurathen, die Rübenmiethen zu numeriren und das Gewicht jeder Miethe zu notiren, um auf diese Weise die Menge verarbeiteter Rüben controliren zu können. — Wenn der Saftgewinn nur mittelst Pressen ohne Zusatz von Wasser erzielt wird, so erlaubt die Menge des erzielten Saftes bei bekannter (und gründlich erprobter) Leistungsfähigkeit der Saftgewinnungsapparate wohl einen Rückschluss auf die Menge verarbeiteter Rüben, ohne indessen eine Controle zu liefern.

Ferner ist die Anzahl der Scheidungen von bekanntem, sich stets gleichbleibendem Inhalte täglich zu bemerken, um daraus das Gewicht der erzielten Saftmenge berechnen und (bei bekanntem Rübengewichte) den Saftgewinn controliren zu können. — Der Inhalt der Scheidepfannen ist entweder in Maassen (Quent, Eimer, Liter, Wredo oder dgl.) anzugeben oder am besten gleich in Pfunden Wasser, woraus sich durch einfache Multiplication mit dem specifischen Gewichte des Saftes das richtige Gewicht der Saftmenge ergiebt. Fasste z. B. ein Scheidekessel 1000 Pfd. Wasser, so würde das gleiche Saftvolumen (bis zur normalen Wasserlinie) z. B. bei Rübensäften von nahezu 8° Bé. oder 14 Proc. Bg. = 1,0572 specif. Gew. (1000 . 1,0572 =) 1057,2 Pfd. wiegen, und bei nahezu 9° Bé. = 16 Proc. Bg. = 1,0657 specif. Gew. in Summa (1000 . 1,0657 =) 1065,7 Pfd. — Auf diese Weise ist das absolute Ge-

wicht der jedesmaligen Saftmenge pro Scheidepfanne sehr leicht und sicher zu finden, und die Berechnung der procentischen Saftausbeute ist dadurch erleichtert. Bei Wasserzusatz in der Saftgewinnung muss vor allen Dingen die Menge des dem Safte beigemischten Wassers ermittelt werden, um die Saftgewinnung richtig beurtheilen zu können.

Ebenso ist die Qualität des Saftes von der grössten Wichtigkeit für die technische Controle. Deshalb ist die durchschnittliche Dichtigkeit des Saftes nach Brix oder Balling (woraus das specifische Gewicht nach den am Schlusse beigegebenen Tabellen sich ergiebt) ebensowohl wie der Gehalt des Saftes an reinem Zucker sorgfältig zu notiren. Wenn man den procentischen Zuckergehalt, z. B. 12 Proc., mit der Menge verarbeiteter Rüben pro Tag (= 1000 Centner) multiplicirt; so erhält man die Summa der Procente (= 12000), welche per Monat addirt, die Durchschnittszahlen ergeben, die einer vernünftigen Controle zur Grundlage dienen müssen.

Ebenso wichtig wie die Controle über die Qualität der verarbeiteten Säfte ist dieselbe aber auch darüber, wie weit man durch die Mittel der Fabrikation die Säfte reinigte.

Die Qualität der rohen Säfte, wie sie mit der halben Ventzke'schen Spindel sehr leicht festzustellen, bietet mithin den Ausgangspunkt für die Reinigung der Säfte, die Untersuchung der zum Kochen gelangenden Säfte giebt den Grad der erzielten Reinigung und mithin durch die Differenz die Menge der abgeschiedenen Stoffe an.

Zwar könnte man die einzelnen Stationen der Säfteveredlung hier anführen; allein solche Details würden nur die Uebersichtlichkeit beeinträchtigen und besitzen auch nur dann einen Werth, wenn eine detaillirte Controle wünschenswerth erscheint. Ebenso kann es von Interesse sein, die Alkalinität des geschiedenen Saftes und des Dicksaftes täglich zu notiren, um vielleicht für spätere Resultate einen Anhaltepunkt sowohl daran als auch an der Menge der organischen Stoffe im rohen und eingedickten Safte zu haben. Diese beiden Rubriken bilden eigentlich die Unterabtheilungen für die Reinheit der Säfte; denn während bei der Aufzeichnung des relativen Zuckergehaltes, der die Reinheit der Säfte repräsentirt, die Reinigung so zu sagen en bloc in Zahlen gefasst ist, wird sie in den beiden letzteren Columnen für organische und unorganische Substanzen specificirt.

Diese Aufzeichnungen, wenn sie mit Fleiss und Strebsamkeit ganze Campagnen hindurch fortgesetzt würden, könnten wesentlich dazu beitragen, den Einfluss von organischen und unorganischen Stoffen

deutlicher zu markiren und sie würden vielleicht unsere Ansichten über die Fabrikation in vieler Beziehung modificiren und berichtigen.

Die Aufzeichnung der angewandten Fabrikationsmittel als die Menge der Knochenkohle, die Zahl der Filter (von bekanntem Inhalte), die Menge von Kalk, Holzkohlen oder Coaks, Salzsäure, das verbrauchte Brennstoffquantum, die beschäftigte Arbeiterzahl ermöglicht nicht nur die Vergleichung zwischen verschiedenen Etablissements, sondern lässt auch entscheiden, ob die Grösse der angewandten Mittel im Verhältniss zum erzielten Effecte stand. Die Ausbeute wird erstens nach der Füllmasse beurtheilt; sie wird dem Gewichte nach täglich angemerkt und ihr Betrag mit der erzielten Saftmenge von bekannter Concentration verglichen.

Die Ausbeute an Rohzucker oder an „erstem Product“ aus der Füllmasse ist von grosser Wichtigkeit, da die Fehler oder die Vorzüge einer Fabrikationsmethode sich darin gewöhnlich deutlich zu erkennen geben und der Hauptertrag der Fabrik darin zu suchen ist; man thut daher wohl, sowohl das Gewicht als auch die erzielten Procente desselben aus 100 Theilen Füllmasse anzugeben.

Aus solchen oder ähnlichen tabellarischen Zusammenstellungen kann man selbst in späteren Zeiten noch eine genaue Controle des Betriebes schöpfen, man kann die Fehler des befolgten Verfahrens erkennen und sie für die Zukunft vielleicht vermeiden.

Es werden daher zum Vergleiche für den jedesmaligen Fall in den folgenden Capiteln die Menge an Füllmasse und Zucker, die man in jedem Falle erhalten sollte, sowie auch die Stationen, in denen grosse Verluste vorzukommen pflegen, nebst den Mitteln zur Verhütung derselben angegeben.

Monat October 1862. Technischer

Datum.	Verarbeitete Rüben		Anzahl der Scheidepfannen à 2091 Pfd. Inhalt.	Erzielte Menge			Procente		
	Ctr.	Pfd.		Ctr.	Pfd.	Proc. der Rüben.	Balling	reinen Zuckers	in Summa
1	1000	—	43	899	13	89,9	14	12	12,000
2									
3									
bis 30									

Materialverbrauch.

Zahl der Filter à 3485 Pfund Inhalt	Summa der verbrauchten Kohle		Kalk		Salzsäure		Koaks		Brennstoff		Arbeitsschichten	
	Ctr.	Pfd.	Ctr.	Pfd.	Ctr.	Pfd.	Ctr.	Pfd.	Ctr.	Pfd.	in der Fabrik	in dem Hofe
8	278	80	2	69	—	89	1	72	250	20	134	15

Betrieb.

Saft.

Reinheit desselben oder relativer Zuckergehalt		Alkalinität (Kalkwasser = 1)		Organische Substanzen Procente	
im rohen Safte	im Dicksafte	des geschiedenen Saftes	des eingedickten Saftes	im Rohsafte	im Dicksafte
75	85	1,8	0,25	0,8	0,15

Fabrikationsergebniss.

Füllmasse						Rohzucker								
I. Product		II. Product		III. Product		I. Product			II. Product			III. Product		
								aus 100 Füllmasse			aus 100 Füllmasse			aus 100 Füllmasse
Ctr.	Pfd.	Ctr.	Pfd.	Ctr.	Pfd.	Ctr.	Pfd.	Proc.	Ctr.	Pfd.	Proc.	Ctr.	Pfd.	Proc.
120	—	—	—	—	—	72	—	60	—	—	—	—	—	—

Vorausbestimmung der Ausbeute an Füllmasse, Rohzucker und Melasse aus 100 Rübe.

Um mit Sicherheit und Schnelligkeit vorausbestimmen zu können, wie viel Zucker man aus einer Rübe, deren Qualität bekannt ist, unter den jedesmaligen obwaltenden Verhältnissen erhalten werde, kann man sich folgender Anhaltspunkte bedienen.

Da der procentische Zuckergehalt eines Rübensaftes leicht durch die Polarisation oder durch ein anderes Verfahren zu ermitteln ist, so legt man die hier gefundene Zahl der Berechnung über die Ausbeute an Zucker zu Grunde. Es ist dabei sehr zu rathen, eine grössere Anzahl Rüben verschiedener Grösse zur Gewinnung dieses zu untersuchenden Saftes, der den Durchschnitt der Rüben repräsentiren soll, zu verwenden, um der Wahrheit und dem Ergebniss im Grossen so nahe als möglich zu kommen.

Gesetzt nun, man hätte aus einer grösseren Anzahl Rüben einen Saft erhalten, dessen Gehalt an Zucker zu 11,5 Proc. (bei einer Anzeige von 15,3 Proc. Balling = $8^1/_2{}^0$ Bé.) ermittelt wäre, so würde die Zuckermenge, auf 100 Theile Rüben reducirt, betragen (11,5 . 96 =) 11,04 Proc. Zucker, da 100 Theile Rüben 96 Theile Saft enthalten. Da die Rübe aber der zu verarbeitende Rohstoff ist, auf den der praktische Fabrikant gern alle Producte in Procenten berechnet, so ist der darin enthaltene Zucker, den man gewöhnlich für 100 Theile Saft ermittelt, auch stets erst auf die Rübe zu reduciren.

Aus der Rübe erzielt der Fabrikant nun mehr oder weniger Saft, je nach der adoptirten Saftgewinnungsmethode, je nach der grösseren oder geringeren Menge des zugesetzten Wassers etc. Obschon nun im praktischen Leben die Saftausbeute von 80 bis 90 Proc. variiren kann, wollen wir doch zu unserem Beispiele 80 Proc. annehmen. Wenn also 100 Theile Rüben 11,04 Proc. Zucker enthielten, so können 80 Theile Saft davon auch nur (80 . 11,04 =) 8,83 Proc. Zucker gewinnen lassen, und diese Menge Zucker erhält der Fabrikant aus solchen Rüben wirklich in dem Scheidekessel.

Bei der Operation der Scheidung selbst wie in der ganzen Fabrikation kann ein doppelter Verlust stattfinden:

a) ein chemischer und

b) ein rein mechanischer.

Ein chemischer Zuckerverlust, veranlasst durch eine Zerstörung von Zucker, die bei einer grossen Menge der im Safte enthaltenen Aetzalkalien vielleicht stattfinden könnte, muss entweder durch Anwendung des salzsauren Kalkes (Chlorcalcium) verhütet werden (worüber weiter unten), oder seine durch den Betrieb für die Oertlichkeit ermittelte Grösse muss hier besonders in Rechnung gebracht resp. abgezogen werden.

Eine bestimmte Zahl für diesen Verlust lässt sich nicht fixiren, wenn auch manche Schriftsteller, z. B. Michaëlis, angeben, dass derselbe $^1/_{10}$ des vorhandenen Zuckergehaltes ausmache. Dies zeigt auch schon die tägliche praktische Erfahrung. So z. B. finden sich in Südrussland Rüben, deren Säfte nebst 13 Proc. Zucker nur 0,4 Proc. Alkalien enthalten, während in Böhmen bei 11,5 Proc. Zucker oft 0,8 Proc. bis 1,2 Proc. Alkalien anzutreffen sind. Die Menge des bei der Scheidung zerstörten Zuckers steht nun zwar im genauen Verhältniss zu den Alkalien, doch ist dieser Verlust in vielen Fällen so gering, dass er durch die bis jetzt bekannten Instrumente gar nicht nachgewiesen werden konnte.

Ich muss daher diesen Verlust hier unberücksichtigt lassen, und kann höchstens empfehlen, ihn vorkommenden Falles festzustellen und mit in Rechnung zu bringen.

Eben so wenig kann ich einen anderen durch chemische Einflüsse herbeigeführten Verlust beziffern. Sollte ein solcher vorhanden sein, so ist er, wenigstens bei dem jetzigen Standpunkte der Fabrikation, so unbedeutend, dass man ihn füglich unberücksichtigt lassen kann, ohne einen Fehler zu begehen. Derjenige Verlust, welcher durch die die Krystallisation verhindernde Eigenschaft der Salze veranlasst wird, tritt erst bei der Gewinnung von Rohzucker aus der Füllmasse zu Tage, da ja die Salze mit in die Füllmasse gelangen, und wir wollen denselben auch erst da berücksichtigen.

Es könnte nun höchstens noch in Betracht zu ziehen sein, dass durch die Einwirkung der Siedhitze auf den Zucker beim Eindicken ein Verlust entstehen könnte. In einer Raffinerie, die Zucker von 99 Proc. verarbeitete, wurde 1 Proc. Zucker in Melasse übergeführt, der auf diese Rechnung gesetzt werden könnte, bei einem Rübensafte von 9,9 Proc. Zucker würden demnach möglicherweise 0,1 Proc. Zucker verloren gehen, was ich indess hier auch vernachlässigen will.

Wohl findet in Rübenzuckerfabriken, die mangelhaft eingerichtet oder selbst bei pompöser Ausstattung schlecht organisirt sind, oft ein bedeutender Verlust durch die Zersetzung der Säfte während der Arbeit statt, wenn viele Gährungserreger im Safte sind, die durch geeignete Temperatur, Umstände und Zeit die Gelegenheit erhalten, zerstörend auf den Zucker einzuwirken; allein dies ist dann eine irrationelle Arbeit und kann für den geregelten Betrieb nicht berücksichtigt werden.

Wir kommen nun zu den Verlusten, die durch physikalische oder mechanische Ursachen herbeigeführt werden.

In der Scheidung werden bekanntlich einige Bestandtheile des Saftes ganz ausgeschieden; es bildet sich dabei der sogenannte Schlamm, der selbst nach dem Auspressen je nach Menge und Beschaffenheit noch 3 bis 9 Theile Saft zurückhält. Der Fabrikant, der dies für seine Verhältnisse noch nicht direct ermittelte, kann mit mir hierbei ohne grossen Fehler im Mittel 4 Proc. Saft annehmen.

Bei der Filtration (siehe dieselbe) bleiben in der Knochenkohle 5 Proc. Saft zurück, welche selbst durch gutes Aussüssen ungewinnbar sind.

Den Verlust durch Verzetteln, Ueberspritzen beim Kochen kann man höchstens auf 1 Proc. Saft annehmen.

Wenn also 100 Theile Saft (4 + 5 + 1 =) 10 Theile Saft in Summa im Laufe der ganzen Fabrikation einbüssen, so beträgt der Verlust für 80 Theile aus 100 Rüben erzielten Saftes 8 Proc., es kommen also nur 72 Proc. Saft der Rübe zur Eindickung, resp. liefern Füllmasse.

In unserem Beispiele, wo die Rübe 11,04 Proc. Zucker enthielt, kämen daher zur Füllmasse (11,04 . 72 =) 7,949 Proc. Zucker.

Der ganze von der Scheidung bis zur Füllmasse eintretende Verlust betrüge demnach in diesem Falle (8,83 — 7,95 =) 0,88 Proc. *), also so wenig, wie nur eine genaue und aufmerksame Arbeit bei Vermeidung grösserer chemischer Verluste ermöglicht.

Dass ich hier den Verlust an Zucker auch ebenso in Procenten Saft (in welchen der Zucker ja gelöst enthalten) angebe, wie er in der Praxis wirklich stattfindet, und wie es meines Wissens noch nirgends geschehen, bedarf wohl keiner weiteren Rechtfertigung.

*) Schatten nahm 0,75 Verlust als constant an, während ich schon bis 2,2 Proc. gefunden habe.

Meiner Ansicht nach haben wir uns bisher derartige Lösungen ganz einfacher Probleme nur zu schwer gemacht. Ich sah darüber sehr verwickelte Formeln, unentzifferbare Tabellen aufgestellt, die, abgesehen von ihrer Unrichtigkeit, sich gar nicht für den rationellen Fabrikanten eignen, der die Klarheit einer Darstellung, welche sich der Praxis vollständig anschliesst, über Alles schätzen muss.

Fassen wir nun die obigen Feststellungen in eine Formel zusammen, zu der wir uns folgender Buchstaben bedienen:

S = die aus 100 Rüben erzielte Saftmenge,

Z = Procente Zucker in 100 Rüben (d. h. die Angaben der Polarisation für 100 Saft . 96),

V = Verlust an Theilen Saft während der Fabrikation, angenommen zu 10 Proc. Saft,

z = Procente Zucker in der Zuckermasse,

so entsteht daraus:

$$z = Z \cdot (S - V),$$

d. h. Zucker in der Zuckermasse = 11,04 . (80 — 8 =) 7,95 Proc.

Man sieht, wie leicht auf diese Weise die Berechnung derjenigen Menge Zucker ist, welche in die Füllmasse gelangt. Kennt man die Qualität derselben im Voraus, so lässt sich daraus die Menge der resultirenden Füllmasse folgern, wie auch die Ausbeute an verkäuflichem Zucker einer bestimmten Qualität.

Da nämlich die trockene Substanz der Füllmasse aus Zucker und Nichtzucker besteht, so muss, wenn das Verhältniss beider Theile bekannt ist, der eine Theil (eine gleiche Beschaffenheit der Salze in allen Fällen vorausgesetzt) den anderen bedingen. Gesetzt, 100 Theile trockener Füllmasse enthielten 85 Proc. Zucker (durch Polarisation gefunden), so müssten 15 Proc. Nichtzucker daneben vorhanden sein. In einem solchen Falle würden für unser Beispiel hier nach der Proportion 85 : 100 = 7,95 : x, woraus

$$x = \frac{7{,}95 \cdot 100}{85} = 9{,}35 \text{ Proc.},$$

9,35 Proc. Füllmasse trockner Substanz resultiren.

Leider aber weiss man die Qualität der resultirenden Füllmasse nicht immer voraus, da dieselbe sowohl durch die verschiedene Qualität der Rübensäfte, als auch hauptsächlich durch die Art der Fabrikation bedingt wird.

In unserem Beispiele kommt im rohen Rübensafte eine Differenz von (15,3 — 11,5 Proc. Zucker =) 3,8 Proc. auf Rechnung fremder

Substanzen, und wenn auch schon diese Zahl den Procentsatz keineswegs genau angiebt, so wollen wir doch hier behuf einer möglichst raschen Lösung der Frage die Differenz zwischen der Anzeige an Balling's Procentenmesser und dem wahren Zuckergehalte als wirkliche Procente ansehen.

Die Erfahrung lehrt nun, dass man im grossen Durchschnitte die Hälfte dieser Stoffe (oder 50 Proc. davon) in allen Stadien der reinigenden Fabrikation zusammengenommen durch richtige Arbeit abscheiden kann. Zwar hat die Beschaffenheit dieser fremden Substanzen im Rübensafte einen bedeutenden Einfluss darauf, da jedoch die Abscheidung derselben aus dem Rübensafte der Zweck, das technische Verfahren in der Fabrik das Mittel dazu ist, so sind die Mittel dem Zwecke vernunftgemäss anzupassen, und wir haben demnach wohl ein Recht, den Zweck als Hauptsache hinzustellen und als solchen die Entfernung der Hälfte der im Rübensafte vorhandenen fremden Substanzen zu bezeichnen. Indessen bleibt es jedem Fabrikanten unbenommen, hier diejenige Menge in Rechnung zu bringen, welche nach seiner Ansicht für seine Fabrikationsmethode passt.

Wir kehren nun zu unserem Beispiele zurück, bei welchem in 100 Saft 3,8 fremde Stoffe vorhanden sind. Da aber 100 Rübe nur 96 Theile Saft enthalten, so beträgt dies auf 100 Rübe auch nur 3,65 fremde Substanzen, und da 80 Proc. Saft gewonnen werden, so kommen zur Fabrikation pro 100 Rübe (80 . 3,65 =) 2,92 Proc., wovon die Hälfte abgeschieden wird, so dass noch 1,46 Proc. zur Füllmasse gelangen.

Zur leichteren übersichtlicheren Berechnung könnte man dafür sich folgender Formel bedienen, worin

N = Nichtzucker in 100 Theilen Rübensaft bedeutet,
S = Saftmenge,
n = Nichtzucker, der zur Füllmasse gelangt,

also

$$n = \frac{N \,.\, 96 \,.\, S}{2 \,.\, 100 \,.\, 100},$$

oder hier

$$n = \frac{3{,}8 \,.\, 96 \,.\, 80}{2 \,.\, 100 \,.\, 100} = 1{,}46 \text{ Proc.}$$

Auf diese Art hat man nicht nur beide Bestandtheile, also die Menge der Füllmasse der Natur der fraglichen Rübensäfte anpassend, vorher bestimmt, sondern kennt die jedesmalige Qualität der zu erwartenden Füllmasse nach bestimmten Zahlen.

Wir erhielten oben:

Zucker in der Füllmasse	$z =$ 7,95 Proc.
Nichtzucker in der Füllmasse	$n =$ 1,46 „
Also Trockensubstanz der Füllmasse	= 9,41 Proc.
Die Menge Wasser darin variirt von 4 bis 13 Proc. in verschiedenen Fabriken, also angenommen zu 10 Proc.	= 0,94 „
Ergiebt in Summa	10,35 Proc.

Füllmasse.

Hieraus lässt sich die Qualität der Füllmasse oder ihre Polarisation in 100 Theilen fester Substanz procentisch vorher bestimmen, denn 9,41 : 7,95 = 100 : x, woraus

$$x = \frac{100 \,.\, 7,95}{9,41} = 84,5 \text{ Proc.}$$

Zucker in 100 Theilen Füllmasse folgt, oder mit anderen Worten, der Fabrikant wird aus solchen Rüben eine Füllmasse erhalten, die 84,5 Proc. polarisirt.

Um nun in einer Rechnung die Bestimmung der Füllmasse auszuführen, bediene man sich folgender Formel, in der:

W = das Wasser in der Füllmasse,
F = die Menge der zu erwartenden Füllmasse,
Z = die Zuckermenge in 100 Rüben (d. h. Polarisation . 96),
S = erzielte Saftmenge in Procenten der Rübe,
V = Verlust an Saft während der Fabrikation (10 Proc. des erzielten Saftes),
N = Nichtzucker in 100 Rübe (die Differenz zwischen Balling's Aräometer und Polarisation . 96),

bezeichnen. Die Formel selbst ist:

$$F = Z \,.\, (S - V) + \frac{N \,.\, S}{2} + W,$$

welche auf unser Beispiel angewendet in Zahlen sein würde:

$$F = 11,04 \,.\, (80 - 8) + \frac{3,6 \,.\, 80}{2} + 0,94 = 10,35 \text{ Proc.,}$$

oder:

$$7,95 + 1,46 + 0,94 = 10,35 \text{ Proc.,}$$

was in hintenfolgender Tabelle mit 10,4 Proc. angegeben ist.

Will man nun noch erfahren, wie viel Rohzucker eines bestimmten Gehaltes daraus zu erzielen ist, so berechnet man am sichersten auf weissen Zucker, indem man von dem in der Füllmasse enthaltenen

Zucker, $z = Z \, . \, (S - V)$ (in obiger Formel), die Menge des vorhandenen Nichtzuckers, $n = \left(\frac{N \, . \, S}{2}\right)$, abzieht, da ein Theil Nichtzucker gewöhnlich auch einen Theil Zucker praktisch ungewinnbar macht *), hier z. B.:

$$\begin{array}{r} 7{,}95 \text{ Proc.} \\ -\ 1{,}46 \ \ \text{„} \\ \hline =\ 6{,}49 \text{ Proc.,} \end{array}$$

wozu noch diejenige Menge fremder Substanzen zu addiren wäre, die in dem Rohzucker mit verkauft werden. Rohzucker von 94 Proc. Gehalt z. B. enthält 4 Proc. Nichtzucker und 2 Theile Wasser. Das betrüge zusammen hier 0,39 Proc.,
welche mit den obigen 6,49 „
in Summa . 6,88 Proc.
Rohzucker ergeben.

Dafür liesse sich die ganz einfache Formel aufstellen:

$$\text{Rohzucker} = z - n + D \,\text{Proc.,}$$

wobei D die Differenz zwischen dem Rohzuckergehalte und 100 Proc. bedeuten würde.

Wir haben nun gesehen, wie man sich leicht die Menge und Qualität der Füllmasse, den Ertrag an Rohzucker eines bestimmten Gehaltes berechnen kann; es lässt sich aber daraus auch die Menge der zu erwartenden Melasse annähernd berechnen, und zwar in folgender Weise:

Wenn in der Füllmasse an Nichtzucker war . . .	1,46 Proc.,
von dem als Rohzucker mit verkauft sind (6,49 . 4 =)	− 0,26 „
so bleiben noch an Nichtzucker . .	1,20 Proc.,
die wiederum an Zucker ungewinnbar machen . .	+ 1,20 „
wonach an Melasse fester Substanz übrig bleiben .	+ 2,40 Proc.,
die mit 23 Proc. ihrer Menge Wasser	+ 0,55 „
in Summa an Melasse ergeben würde	2,95 Proc.,

wenn die Verzettelungen beim Ueberkochen etc. nicht in Anschlag gebracht werden.

Jeder Fabrikant kann nun leicht nach obigen Formeln für seine Verhältnisse den Ertrag an allen Ergebnissen der Fabrikation bestimmen, kann damit der Erfahrung gewissermaassen voraueilen und die

*) Dieser Erfahrungssatz wird Geltung behalten, bis eine bessere Methode der Bestimmung aufgestellt ist.

Theorie durch die Praxis, und umgekehrt die Praxis durch die Theorie controliren, was eben so lehrreich als interessant ist.

Nach den soeben erörterten Grundsätzen sind unter Beihülfe der Praxis die folgenden Tabellen*) berechnet, aus denen der praktische Fabrikant sofort annähernd den mittleren Ertrag an Füllmasse, Rohzucker und Melasse ersehen kann bei verschiedenem Gehalte des Saftes und verschiedener Saftausbeute. Dieselben zeigen also, was unter den verschiedenen Verhältnissen zu leisten möglich ist, und der Fabrikant kann verlangen, dass die hier angegebenen Zahlen auch wirklich in der Fabrik erzielt werden; ist dies nicht der Fall, dann erfordert irgend ein Fehler dringende Abhülfe.

Ich hoffe daher, dass solche Tabellen für viele Fabriken einen Werth besitzen, besonders wenn man die Unterschiede der jedesmaligen localen Verhältnisse gehörig zu berücksichtigen versteht.

*) Dabei ist angenommen, dass von der Anzeige an Balling's Procentenmesser im rohen Rübensafte 75 Proc. reiner Zucker sind, was sich auch in der grossen Praxis durchschnittlich als richtig erweist (siehe Böhmen's Rübenzuckerfabrikation in der Campagne 1857/58, Prag 1858), obschon auch Ausnahmefälle vorkommen.

Ausbeute bei 80 Proc. Saftgewinn aus 100 Rübe.

Bei Graden des Saftes nach Baumé.	Procente Balling.	Bestehend aus:		An Füllmasse.	An Rohzucker (à 94 Proc.)	An Melasse.
		Zucker. Proc.	Nichtzucker. Proc.	Proc.	Proc.	Proc.
6	10,8	8,1	2,7	7,3	4,8	2,3
6½	11,7	8,77	2,43	7,9	5,2	2,5
7	12,6	9,45	3,15	8,5	5,6	2,6
7½	13,5	10,1	3,4	9,1	6	2,8
8	14,4	10,8	3,6	9,7	6,4	3
8½	15,3	11,5	3,8	10,4	6,8	3,2
9	16,2	12,15	4,05	10,9	7,2	3,4
9½	17,1	12,8	4,3	11,5	7,6	3,6
10	18,0	13,5	4,5	12,2	8	3,8

Ausbeute bei 90 Proc. Saftgewinn aus 100 Rübe.

Bei Graden des Saftes nach Baumé.	Procente Balling.	Bestehend aus:		An Füllmasse.	An Rohzucker (à 94 Proc.)	An Melasse.
		Zucker. Proc.	Nichtzucker. Proc.	Proc.	Proc.	Proc.
6	10,8	8,1	2,7	8,2	5,4	2,5
6½	11,7	8,77	2,93	8,9	5,9	2,7
7	12,6	9,45	3,15	9,6	6,3	2,9
7½	13,5	10,1	3,4	10,3	6,7	3,1
8	14,4	10,8	3,6	10,9	7,2	3,3
8½	15,3	11,5	3,8	11,5	7,8	3,5
9	16,2	12,15	4,05	12,2	8,3	3,7
9½	17,1	12,8	4,03	13	8,6	3,9
10	18,0	13,5	4,5	13,7	9	4,2

Anmerkung. Die Qualität der Salze in den Rüben angenommen wie in guten Rüben.

Ueber den Verlust an Zucker in der Fabrikation, und die Mittel zur Verhütung desselben.

Jeder denkende Rübenzuckerfabrikant wird sich gestehen müssen, dass, wenn er von z. B. 12 Proc. reinem Zucker, die in der Rübe enthalten sind, höchstens 7 Proc. Raffinade in der Praxis erzielt, dies Resultat keineswegs ein befriedigendes zu nennen ist. Der erste Schritt aber zur Verbesserung der Fabrikation ist die Erkenntniss der Verluste, welche in den verschiedenen Stationen stattfinden, und zur Feststellung derselben will ich in Folgendem einige Anhaltspunkte aus dem praktischen Fabrikbetriebe zu geben suchen.

Führt der Fabrikant seine technischen Bücher über die Fabrikation genau und sind die darin verzeichneten Zahlen auch wirklich erhaltene Resultate, so ist es nicht schwer für ihn, am Ende jeder Woche oder jedes beliebigen Zeitabschnittes die Arbeit zu controliren.

Er hat aus dem Gewicht der verarbeiteten Rüben und aus der mittleren Durchschnittszahl der vielfachen Polarisationen des rohen unverdünnten Saftes (wozu die Proben von den Pressen genommen werden, um stets den Durchschnitt einer grösseren Rübenmenge zu repräsentiren), ziemlich genau die Menge des in den Rüben enthalten gewesenen Zuckers, indem er die erhaltenen Zahlen mit 96 multiplicirt (als der Menge des in 100 Rüben enthaltenen Saftes).

Sind nun in einer Woche z. B. 6000 Ctr. Rüben, deren Rohsaft 12,5 Proc. polarisirte, verarbeitet, so waren darin 6000 . 12,5 . 96 = . . .	72,000 Pfd. Zucker.
Liefe nun in die Scheidepfannen z. B. 4800 Ctr. Saft, was aus der Zahl und aus dem Inhalte der gefüllten Kessel sich ergiebt, der ebenfalls 12,5 Proc. polarisirt, so hätte man in der Scheidung erhalten 4800 . 12,5 = ...	60,000 „ „
Verloren wären also bis dahin	12,000 Pfd. Zucker

oder 2 Proc. der Rübe.

Wenn nun der Fabrikant den von der Scheidung und Saturation abfliessenden klaren Saft mit Hülfe eines Flüssigkeitsmessers gemessen und daher auch gewogen hat, und hiervon derartige Durchschnittsproben (indem von jeder Scheidepfanne binnen 24 Stunden eine klei-

nere bestimmte Saftmenge aufgehoben wurde) täglich polarisirt hatte, nachdem diese Proben mittelst Kohlensäure (und dann noch mittelst Phosphorsäure) vom grössten Theile des Kalkes befreit waren, so erfährt er hier ganz genau die Menge Zucker, die er der weiteren Verarbeitung übergiebt.

Hätte er z. B. hier gefunden 4708 Ctr. Saft, die nach vollständiger Neutralisation 12,3 Proc. polarisirten, so wären hier	60,000 Pfd. Zucker
4708 . 12,3 = ...	57,908 „ „
Und der Verlust dieser Station betrüge	2,092 Pfd. Zucker

oder 0,35 Proc. Zucker.

Bis hierher kann man noch sehr leicht die Operationen verfolgen, schwieriger jedoch gestaltet sich die praktische Controle in den folgenden Operationen der Filtration und Verdampfung, da im praktischen Betriebe eine Controle des Süsswassers etc. wegen sehr schwierig auszuführen ist.

Einfacher jedoch gestaltet sich die Sache, wenn man den Verlust beim Kochen dazu schlägt und diese drei Operationen in einer Rechnung zusammenfasst. Es genügt dies auch gewöhnlich für den Praktiker, da er für den Fall eines ungewöhnlich grossen Verlustes in dieser Station eine speciell eingehendere Controle immerhin ausführen kann.

Das Gewicht der Füllmasse bestimmt der Fabrikant ja stets, es handelt sich mithin nur noch um die Polarisation derselben.

Hätte er nun z. B. gewonnen 720 Ctr. Füllmasse, die 76 Proc. polarisirten, so wären darin	57,908 Pfd. Zucker.
enthalten	54,720 „ „
Und der Verlust in dieser Station hätte betragen	3,188 Pfd. Zucker

oder 0,53 Proc.

Es bleibt noch übrig, den Verlust zu bestimmen, der bei der Ausarbeitung der Füllmasse stattfindet. Gesetzt, die Füllmasse hätte 10 Proc. Wasser enthalten, so wären 648 Ctr. trockner Füllmasse gewonnen worden, die (720 . 14 =) 100,8 Ctr. fremde Substanzen enthalten, die noch 100,8 Ctr. oder 1,68 Proc. als Krystallzucker praktisch ungewinnbar machten, wonach

648 Ctr. Füllmasse	feste Substanz
— 201,6 Ctr. Melasse	
446,4 Ctr. Rohzucker	

gewonnen würden.

Demnach bezifferte sich der Verlust der Fabrikation in diesem Beispiele folgendermaassen:

Beim Saftgewinn.	2	Proc. Zucker.
Bei der Scheidung	0,35	„ „
Bei der Filtration und beim Kochen	0,53	„ „
In der Melasse	1,68	„ „
	4,56	Proc. Zucker.

Von 12 Proc. Zucker in der Rübe sind mithin 4,56 Proc. oder mehr als $^1/_3$ verloren gegangen, doch können diese Verluste nach den verschiedenen Arbeitsmethoden sehr variiren.

Wir kommen nun zur Beantwortung der wichtigeren Frage: Wie können diese Verluste vermieden oder doch vermindert werden?

Die Controle über die Saftgewinnung erhält man wohl am einfachsten und doch genau, wenn man das wirklich erhaltene Quantum misst oder wiegt. Alle jene Bestimmungen, die sich darauf basiren, den Zucker in den Presslingen, Träbern etc. zu bestimmen, veranlassen mehr oder weniger Irrungen. Bei der Maceration besonders sind derartige Bestimmungen, wo der Dünnsaft ausgepresst wird, um polarisirt zu werden, wonach dann der Zuckergehalt der Träber berechnet wird, sehr problematisch, besonders da der gefundene geringe Zuckergehalt des Wassers selten durch Rechnung auf Saft ursprünglicher Dichte reducirt wird.

Mit der Verhältnisszahl der Wassermenge zu den Träbern ist ausserdem auch jeder Fehler zu multipliciren.

Bei den Träbern, die man von den Schleudern erhält, ist schon deshalb die durch Berechnung gefundene Menge Zucker in dem aus den Träbern gepressten Safte nicht übereinstimmend mit der wirklich in den Träbern enthaltenen, weil die Zeit der Maceration durch Decken viel zu kurz war, was auch hinlänglich erklärt, weshalb so grosse Quantitäten Wasser (bis 70 Proc.) in der Praxis angewendet werden müssen, um eine genügende Saftgewinnung zu erzielen.

Man kann sich davon überzeugen, wenn man die Träber liegen lässt und nach einer oder zwei Stunden wieder auspresst und polarisirt. Das Resultat ist dann meist ein höheres.

Bei den Presslingen, namentlich bei zweimaliger Pressung mit Wasser, ist die Annahme, es sei der Saft in den Presslingen von gleicher Concentration wie der abfliessende nicht immer richtig, da unzerrissene Rübenzellen unverdünnten Saft eingeschlossen enthalten, ein Punkt, der bei allen Saftgewinnungsmethoden wohl zu berück-

sichtigen ist. Den klarsten Beweis hiervon bieten die neuen Berechnungen bei Prüfung angepriesener Methoden. Man wies dabei in den Rückständen stets sehr wenig Zucker nach, während die in denselben Berichten mitgetheilte Menge der erzielten Füllmasse nicht mit der Grösse der früher auf diese Weise nachgewiesenen Saftausbeute stimmt. Da nun die Menge Füllmasse eine gewogene und feststehende Grösse ist, und der Verlust an Saft von der Scheidung bis Füllmasse bekannt (im schlimmsten Falle proportional den früheren), so kann der Irrthum eben nur in der falschen Berechnung des Zuckergehaltes der Rückstände liegen. Bei vergleichenden Versuchen verschiedener Saftgewinnungsmethoden zeigt sich daher auch oft die Mehrausbeute an Zuckermasse dem Verhältnisse zu der vollständigen Saftgewinnung nicht entsprechend.

Ich habe mich selbst früher vielfach bemüht, um den Wasserzusatz auf die Reibe für die Rückstände maassgebend zu berechnen; aber ich halte es jetzt für einfacher, den verdünnten Saft einfach durch Rechnung auf unverdünnten zu reduciren, wodurch jeder Irrthum über die Dichte des Saftes in Presslingen und Träbern einfach vermieden wird.

Dazu kommt noch, dass das Gewicht der Rückstände stets genau sein müsste, um eine Berechnung darauf gründen zu können, was nicht nur viel Umstände verursachte, sondern auch durch allerlei Verzettelungen, Hängenbleiben an den Tüchern etc., schwierig festzustellen ist, während die genaue Abmessung der Saftmenge gar keinen Schwierigkeiten unterliegt.

Sollte nun der Fabrikant finden, dass sein Zuckerverlust oder vielmehr die Menge Zucker, die er hier nicht gewinnt, sehr bedeutend ist, so hat er sein besonderes Augenmerk auf eine bessere Saftgewinnung zu richten, und das Capitel über „Saftgewinnung", sowie dasjenige des Nachtrages über „Saftgewinnung aus den Pressrückständen", wird ihm dabei von Nutzen sein können.

Die Verluste bei der Scheidung und Saturation sind vergleichsweise gering, die Menge Saft, die hier verloren geht, variirt mit dem Volumen und Gewicht des Scheideabsatzes von 3 bis 9 Proc. Die genaueste Controle, wie viel Saft man hier erhält, wird immer die sein, dass man denselben in ausgemessenen Gefässen oder mittelst eines Flüssigkeitsmessers misst und so wirklich erfährt, wie viel Saft man erhalten hat. Die Grösse des Saftverlustes ergiebt sich einfach aus der Differenz der vor und nach der Scheidung erhaltenen Saftmenge.

Daraus ersieht der Fabrikant zugleich, wie viel ihm an der Menge erzielten Saftes fehlt, und an der Polarisation, ob er chemischen Verlust erlitten.

Würde der Fabrikant nun hier einen zu grossen Verlust finden, so ist ihm ein besseres Auspressen des Schlammes, vielleicht eine Verdünnung desselben mit Süsswasser, zuerst anzuempfehlen. Der chemische Zuckerverlust durch die Alkalien dürfte sich selten so hoch belaufen, als man oft angegeben findet.

Der bei dem Verdampfen durch Ueberspritzen etc. bewirkte Verlust ist, wenn der Saft nicht wirklich überkocht, gering, er beträgt höchstens $^1/_2$ Proc des Rübensaftes, auch leidet der Zucker keinen Verlust bei schneller Arbeit. Den Verlust der Filtration habe ich in vielen Versuchen zu 5 bis 6 Proc. Saftverlust gefunden. Dies entspricht, je nachdem 100 Theile Saft 14, 12 oder 10 Proc. Zucker enthalten, = 0,77 Proc., 0,66 Proc. oder 0,55 Proc. Zucker pro 100 Saft. Ist in dieser Station überhaupt ein grösserer Verlust vorhanden, so ist der Grund davon entweder in schlechtem Absüssen zu suchen, was mittelst des Polarisationsinstrumentes bei jedesmaligem Absüssen nachgewiesen werden kann; oder es waren in den Säften viele organische Substanzen, die als Gährungserreger thätig den Zucker zerstörten. Man kennt die Schnelligkeit, mit welcher süsse Pflanzensäfte bei einer Temperatur von 20 bis 30° in Gährung gerathen; man weiss auch, dass eine Zuckerlösung nur dadurch, dass sie anfängt, in Gährung zu gerathen, die Eigenschaft verliert, sämmtlichen Zucker in Form von Krystallzucker gewinnen zu lassen. Welchen ungeheuren Einfluss dies auf den Ertrag an Zucker ausüben kann, tritt recht ins Licht, wenn wir bedenken, dass der Saft des Zuckerrohres, der bei 20 Proc. Zucker nur 0,17 Proc. mineralische Salze und nur 0,023 Proc. organische Stoffe *) enthält, bei der dortigen hohen Temperatur so rasch in Gährung geräth, dass lange Zeit vorher selbst Männer wie Casaux, Dutrône, Proust, angaben, es existirte der (erst durch die Gährung gebildete) Schleimzucker schon ursprünglich im Zuckerrohre.

Um wie viel mehr ist dies bei unseren Süsswässern zu fürchten, die oft drei und mehr Proc. organischer Substanzen (oder Gährungserreger) enthalten neben einer sehr geringen Zuckermenge. Hierin liegt denn auch oft der Grund, dass viele Fabriken in dieser Station

*) Nach Peligot's Récherches sur la composition chimique de la canne à sucre. p. 19 (Paris 1840).

grössere Verluste haben, als unter rationelleren Bedingungen nöthig wäre. Häufig trifft man in den Fabriken grosse Filter, die bei ihrem Absüssen in kurzer Zeit so grosse Mengen Süsswässer liefern, dass die vorhandenen zu kleinen Abdampfapparate nicht im Stande sind, dieselben rasch genug einzudicken.

Dadurch entwickelt sich dann oft der Keim der Gährung, namentlich in nassen oder sogenannten schlechten Jahrgängen, die mehr organische Substanzen im Rübensafte producirten.

Die hier angegebenen Punkte hat der praktische Fabrikant hauptsächlich im Auge zu behalten, wenn in dieser Station ein grösserer Zuckerverlust stattfinden sollte. Ich habe in einer Fabrik bei dieser Station schon bis 2,2 Proc. Zuckerverlust gefunden, der nur durch die anfangende Gährung des Süsswassers hervorgerufen wurde.

Der Verlust an Zucker, der in die Melasse übergeführt wird, dürfte am schwierigsten zu beseitigen sein. Die Salze üben in Menge und Beschaffenheit einen nicht unbedeutenden Einfluss darauf aus, doch darf man sie nicht als die einzige Ursache davon ansehen. Als einen interessanten Beweis dafür führt Melsens (S. 20 seines Werkes *Nouveau procedé pour l'extraxtion du sucre. Bruxelles* 1849) an, dass er 40 Liter Saft verdampft, eingeäschert und den dabei erhaltenen Salzrückstand anderen 10 Litern Rübensaft zugefügt habe, so dass fünfmal so viel Salze in dem Safte befindlich waren, welche nun keinen krystallisirbaren Zucker mehr hätten geben sollen. Dadurch, dass er dennoch Zucker daraus gewann, bewies er, dass selbst diese Quantität Salze nicht einen solchen Einfluss ausübt, wie man vielfältig glaubt. Ebenso erhält man mehr oder weniger Melasse, wenn man ganz reinen Zucker, worin keine Salze vorhanden, auflöst und umkocht.

Die Wirkung der Siedhitze auf den Zucker in Verbindung mit organischen Substanzen (die stets im Wasser enthalten sind) scheint daher auch Melassebildung zu veranlassen.

Um diesen durch die Melasse veranlassten Verlust zu vermindern, muss der Fabrikant in der früheren Operation der Reinigung der Säfte jene organischen und unorganischen Stoffe möglichst abzuscheiden, oder doch theilweise wenigstens ihre Beschaffenheit in eine weniger schädlich wirkende umzuwandeln suchen. Bei der Filtration und Behandlung der Säfte ist darauf hingewiesen worden.

Die Bemühungen, diese Verluste nun vollständig zu vermeiden, wären ganz vergeblich. Verluste werden immer eintreten, aber ebenso

unbestreitbar ist es auch, dass dieselben vermindert werden können, und zwar derart, dass aus 100 Rübe von 12,5 Proc. Zuckergehalt

	nur noch verloren gehen:	anstatt dass jetzt oft verloren gingen:
beim Saftgewinn	0,75 Proc.	2,00 Proc. Zucker,
bei der Scheidung	0,25 „	0,35 „ „
bei der Filtration und beim Kochen	0,50 „	0,53 „ „
in der Melasse	1,00 „	1,68 „ „
in Summa also . .	2,50 Proc.	4,56 Proc. Zucker,

so dass von 12,5 Proc. Zucker 10,0 Proc. gewonnen würden, oder 80 Proc. des theoretischen Zuckergehaltes der Rübe.

Wo nun die Verluste in den verschiedenen Stationen der Fabriken grösser sind, da lassen sich dieselben selbst schon bei dem jetzigen Stande unserer Industrie vermindern. Eine noch bedeutendere Verminderung wird aber hoffentlich auch durch die stetigen Fortschritte unserer Industrie ermöglicht werden.

Die Arbeitereintheilung in Rübenzuckerfabriken.

Wenn auch in den verschiedenen Fabriken namentlich verschiedener Länder die Zahl der nöthigen Arbeitsschichten sehr verschieden ist je nach den örtlichen Verhältnissen der Anlage der Fabrik, der adoptirten Arbeitsmethode, der grösseren oder geringeren Arbeitsfähigkeit der Arbeiter u. s. w., so dürfte doch die Zusammenstellung der Arbeiterzahl in den einzelnen Abtheilungen der Fabrikation wenigstens einigen Anhalt bieten, weshalb ich glaubte in diesem Werke eine solche Zusammenstellung aufnehmen zu müssen. Die folgenden Daten sind als ein Mittel theils aus vielen eigenen Erfahrungen, theils aus freundlichen Mittheilungen bekannter Geschäftsfreunde zu betrachten.

Demnach bedarf man zur Verarbeitung von 1000 Ctr. Rüben in jeder Schichte:

		Im Mittel
Zu dem Heranführen, Waschen etc. . . .	10 bis 15 Arbeiter pro Schichte.	12 Arbeiter.
Zu der Saftgewinnung:		
a) mittelst Pressen einfach	25 „ 33 „ „ „	28 „
b) mittelst Pressen doppelt. . . .	30 „ 37 „ „ „	— „
c) mittelst Maceration	9 „ 12 „ „ „	— „
d) mittelst Schleudern.	10 „ 13 „ „ „	— „
Zu der Scheidung, Filtration, Saturation, Verdampfung . . .	8 „ 13 „ „ „	11 „
Zum Kochen und Verarbeiten auf Zucker .	8 „ 12 „ „ „	10 „
(für Saftmelis . .	15 „ „ „)	— „
Zur Kohlenwiederbelebung	11 „ 18 „ „ „	13 „
Zu der Dampferzeugung (incl. Heranführen des Brennstoffs). . . .	3 „ 6 „ „ „	5 „
Zu den Maschinen . .	2 „ 6 „ „ „	3 „
Hofarbeiter, Lampenputzer, Portier etc. .	6 „ 10 „ „ „	8 „

Im Mittel also einfache Schichten in Summa 90 Arbeiter, oder in beiden Schichten (2 . 90 =) 180 Arbeiter auf 1000 Ctr. Rüben. Eine solche Fabrik verarbeitete also pro 1 Arbeitsschicht 5,6 Ctr. Rüben. Es giebt jedoch viele Fabriken (besonders in Russland), welche pro 1 Arbeitsschicht nur 4 Ctr. und noch weniger Rüben zu verarbeiten vermögen, welches eben kein günstiges Zeugniss für die dortige Industrie ist, da schon Achard im Jahre 1812, also in dem Entwickelungsstadium der Rübenzuckerfabrikation, 4 Ctr. Rüben und mehr mit Hülfe eines Arbeiters auf Zucker verarbeitete. Hier ist also noch eine grosse Ersparniss an Arbeitskräften zu machen, wobei wir uns namentlich Frankreichs Fabriken zum Muster nehmen können.

Ueber die Verarbeitung des Runkelrüben-syrups (Melasse) zu Spiritus.

Da es auf dem gewöhnlich in den Zuckerfabriken befolgten Wege theils nicht möglich ist, theils nicht mehr lohnt, den krystallisirten Zucker aus den letzten Syrupen auszuscheiden, wenn nur noch 40 Proc. Zucker darin enthalten sind, so kommt dieser Syrup unter dem Namen Melasse in den Handel und wird hauptsächlich zur Spiritusfabrikation verwendet.

Die zur Spiritusgewinnung erforderliche Untersuchung des Zuckergehaltes der Melassen durch Polarisation, wie es die neueren Werke über die Zuckerfabrikation lehren, ist indessen für den Praktiker oft zu langwierig und zu schwierig. Diesem kommt es dabei nicht auf die absolut möglichste Genauigkeit der theoretischen Ermittelung an; er ist im Gegentheil zufrieden, wenn er mit wenig Mühe und Aufwand von Zeit erfahren kann, wie hoch der Rohstoff sich praktisch auch wirklich ausbeuten lässt.

Es ist daher für den Spiritusfabrikanten das Einfachste und Praktischste, den Zuckergehalt der Melassen durch denselben Process wie im Grossen, also durch die Gährung zu ermitteln. In diesem Falle geht man wenigstens immer sicher und kann die Ausbeute vorher berechnen.

Man notirt zu diesem Behufe die Dichtigkeit der zu untersuchenden Melasse, verdünnt dieselbe dann bis zu 18 oder 20 Proc. nach Balling's Procent-Saccharimeter und überlässt sie bei 20° R. in einer Flasche mit einem Ueberschuss von guter Hefe an einem warmen Orte

der Gährung. Nachdem diese vollendet ist, prüft man sie wieder mittelst des Saccharimeters.

Zeigt z. B. der Procentenmesser vor der Gährung . .	18 Proc.
und nach derselben	4 „
so sind scheinbar	14 Proc.

verschwunden.

Ich sage „scheinbar“, weil der durch die Gährung entstandene Alkohol, specifisch leichter als Wasser, eine unrichtige Anzeige am Procentenmesser hervorruft. Die Differenz der Anzeigen des Procentenmessers vor und nach der Gährung nennt man daher die „scheinbare Attenuation“. Diese Beobachtung ist für den praktischen Fabrikanten ausserordentlich wichtig, weil sie leicht ohne Uebung von jedem Arbeiter auszuführen ist und durch Berechnung alle gewünschten Daten mit genügender Genauigkeit finden lässt.

Wird nämlich diese Differenz der Saccharimeterprocente mit 0,89 multiplicirt, so erfährt der Praktiker den durch die Gährung verschwundenen Zuckergehalt der Melassen. In obigem Falle war die scheinbare Attenuation 14 Proc., multiplicirt mit 0,89 ergiebt sich ein ursprünglicher, wirklicher Zuckergehalt von 12,46 Proc.

Genauer aber ermittelt man diesen Zuckergehalt noch, wenn man die gegohrene Flüssigkeit kocht, bis aller Alkohol ausgetrieben, den dadurch entstandenen Gewichtsverlust durch reines Wasser ersetzt und nun erst die Prüfung mit dem Procentenmesser vornimmt. Auf diese Weise ist der Einfluss des gebildeten Alkohols beseitigt, und man erhält „die wirkliche Attenuation“. Zeigt der Procentenmesser vor

der Gährung	18 Proc.
und nachher in der gekochten Lösung	5,5 „
so ist .	12,5 Proc.

der wirklich durch die Gährung zersetzte Zucker. Hiermit muss die Berechnung aus der scheinbaren Attenuation für Melassen nahezu übereinstimmen.

Ist in dieser Probelösung nun aller vergährungsfähige Zucker in Spiritus und Kohlensäure verwandelt, und multiplicirt man den hier gefundenen Zuckergehalt von 12,5 Proc. mit derselben Verhältnisszahl, in der man die Melasse von 69,8 Proc. bis 18 Proc. mit Wasser vermischt hatte (hier z. B. 3,88 . 12,5 = 48,5 Proc.), so erhält man die in 100 Pfd. Melasse enthaltenen Pfunde Zucker, hier also 48,5 Pfd.

Um die Verhältnisszahlen der Mischung mit Wasser nicht immer

berechnen zu müssen, kann man die Melasse bis 10 Proc. verdünnen und die vergohrenen Procente Zucker dann nur mit $^1/_{10}$ der ursprünglichen Dichtigkeit, die man sich notirt hatte, multipliciren. — Vergohr z. B. die Melasse von 10 bis 3 Proc. wirklicher Attenuation, so waren 7 Proc. vergährungsfähiger Zucker in einer 10procentigen Lösung; hatte aber die käufliche Melasse z. B. eine Concentration von 75 Proc. Balling (= 40° Baumé), so muss in dieser 75procentigen Lösung doch auch 7,5 mal mehr Zucker enthalten sein, als in der 10proc. Lösung, mithin $7^1/_2 \cdot 7 = 52^1/_2$ Pfd.

Dies dient nun zur leichteren Rechnung bei Versuchen; denn die Dichtigkeit der Melasse ist immerhin sehr wichtig, da daraus die Gewichtsmenge Melasse zu berechnen ist, welche in einem gewissen Bottichraum vergähren kann.

Es sei z. B. zu bestimmen, in welchen Verhältnissen eine Melasse von z. B. 40° Baumé oder 75 Proc. Balling verdünnt werden muss, um eine Lösung von 18 bis 20 Proc. zu geben. Dass, wie bekannt, diese 75 Proc. nicht reiner Zuckergehalt sind, macht für die Verdünnungsberechnung nichts aus. Die beiden zu beantwortenden Fragen sind also:

Um aus 100 Pfd. Melasse von 75 Proc. Saccharimeteranzeige eine 18procentige Lösung zu machen, muss sie mit viel Wasser verdünnt werden; und welches ist die Menge der erhaltenen 18 procentigen Lösung?

Die 18procentige Lösung verhält sich zu 100 Theilen, wie eine 75procentige Lösung zu der zu suchenden Menge $= x$, oder

$$18 : 100 = 75 : x, \text{ woraus}$$

$$x = \frac{100 : 75}{18} = 416{,}66 \text{ Pfd.},$$

$416^2/_3$ Pfd. ist also die Menge der aus 100 Pfd. der 75procentigen Melasse zu erhaltenden 18procentigen Lösung. Man wird also zu 100 Pfd. gekaufter Melasse noch 316,66 Pfd. Wasser zusetzen müssen, d. h. sie muss in dem Gewichtsverhältnisse von 100 Pfd. zu 316,66 Pfd. mit Wasser „eingemaischt" werden.

Hat die Melasse beim Ankaufe aber nur 68 Proc. Dichtigkeit, so kauft der Spiritusfabrikant schon viel mehr Wasser mit, er darf sie also auch nur mit so viel weniger Wasser mischen, um eine 18procentige Lösung zu erzielen; denn

$$18 : 100 = 68 : x, \text{ woraus}$$

$$x = \frac{100 \cdot 68}{18} = 377{,}77 \text{ Pfd.}$$

In diesem Falle erhält man also nur 377,77 Pfd. einer 18 procentigen Lösung; oder es sind nur 277,77 Pfd. Wasser zuzusetzen, d. h. das Mischungsverhältniss war wie 100 : 277,77. Es werden also aus 100 Pfd. Melasse von 75 Proc. 416,66 Pfd. } 18procentige
„ 100 „ „ „ 68 „ dagegen nur 377,77 „ } 18procentige
Maische erhalten.

Durch Reduction des Gewichtes auf Maass findet man leicht, wie viel Bottichraum bei der verschiedenen Dichtheit von 100 Pfd. Melasse in Anspruch genommen werden.

Ein Eimer österreichisch ist gleich 1,792 Cubikfuss. Ein Cubikfuss einer Lösung von 20 Proc. wiegt 61 Wr. Pfd., ein Eimer demnach = 109,5 Pfd.; und ein Cubikfuss einer Lösung von 18 Proc. 60½ Pfd., ein Eimer also = 108,4 Pfd. oder abgerundet 108½ Pfd.

100 Pfd. Melasse von:	geben demnach in Pfunden:	u. erfordern an Maischraum öster. Eimer:
75 Proc. Bg. = 40° Bé.	416,6 Maische von 18 Proc.	3,840
73 „ „ = 39 „	405,5 „ „ 18 „	3,737
71 „ „ = 38 „	394,8 „ „ 18 „	3,635
69 „ „ = 37 „	383,8 „ „ 18 „	3,532
67 „ „ = 36 „	372,2 „ „ 18 „	3,430
75 „ „ = 40 „	375 Maische von 20 Proc.	3,430
73 „ „ = 39 „	365 „ „ 20 „	3,339
71 „ „ = 38 „	355 „ „ 20 „	3,247
69 „ „ = 37 „	345 „ „ 20 „	3,156
67 „ „ = 36 „	335 „ „ 20 „	3,064

Ebenso lässt sich auch umgekehrt berechnen, wie viel Centner Melasse von bestimmter Dichtigkeit verbraucht werden, um eine 18- oder 20procentige Lösung in bestimmten Eimern Bottichraum herzustellen, da man mit dem Raume, den 100 Pfd. Melasse bei der Verdünnung nothwendiger Weise einnehmen müssen, nur in den Gesammtinhalt des Gährbottichs zu dividiren braucht, um das verbrauchte Quantum Melasse zu finden.

So müssen also bei einer Melasse von 75 Proc. Bg. z. B. zu 84 Eimer Bottichraum 2187,5 Pfd. Melasse verwendet werden, da 100 Pfd. Melasse bis 18 Proc. reducirt 3,840 Eimer Maischraum (wie oben ersichtlich) einnehmen.

Hat man Melasse von 67 Proc. Bg., so nehmen 100 Pfd. derselben

3,430 Eimer 18procentiger Maische ein, in 84 Eimer sind demnach enthalten (84,000 dividirt durch 3,430 =) 2449 Pfd. Melasse.

Bei 20procentiger Maische gehen in 84 Eimer Bottichraum im ersteren Falle, nämlich bei Melasse von 75 Proc., ebenfalls 2449 Pfd. Melasse.

Bei 67procentiger Melasse aber nehmen 100 Pfd. nur 3,064 Eimer Bottichraum in Anspruch; es sind also zu 84 Eimer Gährraum (84,000 : 3,064 =) 2741,5 Pfd. Melasse wirklich verbraucht worden.

Hieraus dürfte wohl zur Genüge erhellen, wie man mit fast mathematischer Genauigkeit die Menge der nöthigen Melasse vorher berechnen kann, und wie auch noch nachträglich das verbrauchte Quantum Rohstoffes sich mit der grössten Sicherheit nachweisen lässt. Es ist also dem Fabrikanten hierdurch eine leichte und zuverlässige Controle gegeben, die ihm den wahren Sachverhalt jederzeit erklären wird.

Ich bemerke nur noch, dass von obigen Gewichten 10 Proc. abgerechnet werden müssen, da sie als Steigraum dienen. — Im obigen Falle würden also, nach Abzug der 10 Proc., bei 18procentiger Maische wirklich benutzt sein: 1968,8 Pfd. resp. 2204,1 Pfd.; bei einer 20procentigen: 2204,1 Pfd. resp. 2467,4 Pfd.

Der Zucker ist die Basis der Spirituserzeugung, und zwar spaltet er sich nach seiner Umwandlung in Traubenzucker durch die Gährung in 51 Theile Alkohol und 49 Theile Kohlensäure. Diese theoretische Ausbeute wird jedoch in der Praxis nie ganz vollständig, sondern nur annähernd erreicht, da sich stets auch noch andere Verbindungen in geringerer Menge bilden. Eine noch grössere Ausbeute zu erzielen, ist unmöglich, und die zu diesem Zwecke angeblich gebrauchten Kunstgriffe (?) dienen nur dazu, um leichtgläubigen Besitzern Sand in die Augen zu streuen, während ein besseres Rohmaterial oder eine grössere Menge als die verrechnete angewandt wurde.

So ist mir z. B. eine Brennerei bekannt, wo man in 85 Eimern Maischraum nur 15 bis 1800 Pfd. Melasse von 68 bis 72 Proc. Dichtigkeit gebrauchen wollte, um eine Lösung von durchschnittlich 19 Proc. zu erlangen (?), wo man mittelst Bierhefe in Summa mehr Spiritusausbeute erzielt haben wollte, als mit guter Kunsthefe (welche bekanntlich aus Malz und Korn, also aus Spiritusmaterialien, besteht, die eine diesem entsprechende Menge Spiritus liefern) und es dieser neuen (?) Manipulation zuschrieb, wenn sich die Ausbeute vermehrte; während nachweislich ganz einfach zuckerhaltigere Melasse von 60 Proc. Zuckergehalt bezogen worden war. Da unter solchen Um-

ständen die Ausbeute pro angenommenen Centner Melasse natürlich sehr hoch erscheinen musste, so stellte sich auch die Geldrechnung scheinbar günstig, indem die Melasse, aus der eigenen Zuckerfabrik bezogen, zu demselben Preise wie Melasse von 40 Proc. Zuckergehalt angenommen wurde, ohne den um die Hälfte höheren Zuckergehalt und den dreimal höheren Effectivwerth derselben zu berücksichtigen, was sich dann für den Besitzer in dem Conto der Zuckerfabrik zu seinem Schaden fühlbar machte.

Zur Untersuchung des Zuckergehaltes der Melassen durch die Gährung wird also, wie oben gesagt, die Melasse bis 18 oder 20 Proc. verdünnt und mit einem Ueberschusse guter Hefe, unter zeitweiligem Umschütteln an einem warmen Orte der Vergährung überlassen. Zeigt nach gut beendigter Gährung das Saccharimeter nur noch 4 Proc., so sind 18 — 4 = 14 Proc. scheinbare Attenuation. Wenn man diese 14 Proc. mit dem betreffenden Alkoholfactor multiplicirt, so erhält man die in der gegohrenen Flüssigkeit enthaltenen Gewichtsprocente von absolutem Alkohol.

Die Alkoholfactoren entsprechen jedesmal der ursprünglichen Concentration der der Gährung unterworfenen Flüssigkeit. Bei Melassen empfiehlt Balling selbst, den Alkoholfactor zu 0,45 constant anzunehmen, was dem Praktiker um so mehr genügen dürfte, als die Melassen gewöhnlich mit 18 Proc. eingemaischt werden.

In diesem Falle würden 14 . 0,45 = 6,3 Proc. absoluter Alkohol in der gegohrenen Würze sein, was mit Geissler's „Vaporimeter" leicht und genau zu revidiren ist. Die übrigen 4 Proc. sind fremde Substanzen, hauptsächlich Salze; sie kommen hier nicht in Betracht, können jedoch später durch Eindampfung als solche erhalten werden.

Aus der ermittelten Alkoholmenge lässt sich wieder der wirklich zersetzte Zucker berechnen; denn wenn 51 Pfd. Alkohol aus 100 Pfd. Zucker gebildet werden, so müssen hier z. B. 6,3 Pfd. Alkohol aus 12,4 Pfd. Traubenzucker oder 11,7 krystallisirbaren Zucker entstanden sein.

Sind nun aber in 100 Theilen der 18procentigen Lösung 12,4 Theile Zucker*) enthalten, wie viel enthalten dann 100 Pfd. Melasse von z. B. 71 Proc. Dichtigkeit?

*) Die ganze folgende Rechnung ist der Einfachheit wegen auf Traubenzucker basirt, da ein Theil des Zuckers in der Melasse sich als solcher vorfindet.

Wir haben früher gesehen, dass 100 Pfd. Melasse von 71 Proc. Dichtigkeit 3,635 Eimer oder 394,8 Pfd. Lösung von 18 Proc. geben. Es müssen also in 100 Pfd. Melasse auch 3,948 mal so viel Zuckertheile enthalten sein, oder hier 12,4 . 3,948 = 48,9 Proc. Zucker.

Aus diesem Beispiele wird die Art und Weise der Berechnung leicht ersichtlich, sie ist einfach und für die Praxis maassgebend, wenn eine regelmässige Vergährung stattfand.

Sind nun aber in 100 Pfd. Melasse 48,9 Pfd. Zucker enthalten, so lassen sich diese durch gute Gährung möglicherweise in die Hälfte Alkohol (genau in $^{51}/_{100}$) umwandeln, und die Ausbeute an Spiritus betrüge möglicherweise 48,9 × 0,51 = 24,68 Pfd. pro 100 Pfd. Melasse, welche, da ein Wiener Maass Alkohol 2 Wiener Pfund wiegt, gleich sind 12,34 Maass oder, was dasselbe ist, 1234 Maassprocente Alkohol.

Es wäre also aus 1 Pfd. Zucker die theoretische Ausbeute circa 27 Maassprocente nach Tralles, welche jedoch in der Wirklichkeit nicht erreicht wird. Nehmen wir aber auch als erreichbare Ausbeute nur 24 Maassprocente an, so wären,

wenn die Melassen in 100 Pfd. an Zucker enthalten, Pfunde:		aus 100 Wiener Pfd. Melasse an Alkohol zu erzielen, Maassprocente	oder österr. Grade:
55,272	nur	1395	13,95
50	„	1200	12
48	„	1152	11,52
46	„	1104	11,04
44	„	1056	10,56
42	„	1008	10,08
40	„	960	9,60
Ist der Zuckergehalt aber:		so können gewonnen werden:	
60		1440	14,40
70		1680	16,80

Man sieht daraus, wie wichtig es ist, sich vorher von dem Zuckergehalt der Melassen genaue Kenntniss zu verschaffen, um die Arbeit des Brenners gehörig revidiren zu können, da, ohne sein Verschulden, bei Beziehung eines anderen Rohstoffes die Ausbeute möglicherweise um 50 Proc. differiren kann; denn es kommt im Handel, nach Umständen oder der Einsicht des Zuckerfabrikanten, Melasse von 40 bis 60 Proc. Zuckergehalt vor! Wer nun aber dieses darin enthaltene Quantum erst ermittelt, der wird weder ungerechte Forderungen an

den Brenner stellen, noch sich gefallen lassen, dass derselbe seine Schuldigkeit nicht thut; was sogar bei einer anscheinend guten Ausbeute der Fall sein kann.

Der Zuckerfabrikant, selbst wenn er zugleich Brennereibesitzer ist, wird aber nie, sobald es die Umstände erlauben und er überhaupt „rationell" arbeitet, an die Brennerei die Melasse mit mehr als 40 Proc. Zucker abgeben, da er denselben bis dahin leicht als krystallisirbaren Zucker erhalten kann, der in dieser Form stets bedeutend besser bezahlt wird, als Spiritus, welchen der um die Hälfte billigere Fruchtzucker mit wenig Mühe fast in derselben Menge liefert, als der krystallisirbare Zucker. Der aus letzterem erzeugte Spiritus kommt daher in diesem Falle auch um die Hälfte theurer zu stehen, und der Zuckerfabrikant, der eine mehr als 40 Proc. Zucker enthaltende Melasse der Brennerei übergiebt, thut sich also selbst den grössten Schaden.

Die Zusammensetzung der Melassen ist natürlich in Bezug auf die übrigen Bestandtheile verschieden, je nach der Qualität der verarbeiteten Rüben und der Arbeitsmethoden in den Zuckerfabriken. Jene bestehen ausser dem Zucker, dessen Ermittelung oben gelehrt wurde, in einer Auflösung von Salzen, Alkalien, organischen Stoffen, Säuren und schleimigen, gummiartigen Substanzen.

Die Menge derselben variirt je nach der Qualität der Rüben und kommt hier nur insofern in Betracht, als sie der Gährung oder der Zersetzung des Zuckers zu Alkohol und Kohlensäure etwas hindernd in den Weg treten.

Dies kann vorzüglich ein Ueberschuss von Alkalien verursachen, welche in diesem Falle durch eine entsprechende Zugabe von verdünnter Schwefelsäure in der Siedhitze neutralisirt werden, wobei sich zugleich die Essigsäure (bei älteren Melassen) verflüchtigt und die salpetersauren Salze (aus Rüben von salpeterhaltigem Boden) zersetzt werden.

Da in der Melasse das zur Spirituserzeugung erforderliche Material (der Zucker) schon vorhanden ist, so ist auch das Einmaischen in der Brennerei höchst einfach. Der Zuckerbildungsprocess fällt selbstverständlich weg, und die Abkühlung wird bei gekochter Melasse durch den Zusatz von kaltem Wasser bis zu einer Verdünnung auf 18 Proc. Bg. bewirkt, worauf man die Flüssigkeit mit guter Hefe vermischt und bei einer Temperatur von 18° R. der Gährung überlässt.

Melassen allein gerathen in keine kräftige Gährung, sondern diese

wird durch die Menge und Güte der zugesetzten Hefe bestimmt, welche von 2 bis 10 Proc. des Gewichtes des Zuckers betragen kann und dabei consumirt wird. Die Melasse muss gleich kräftig in Gährung versetzt werden, sei es mittelst guter Bier- oder kräftiger Kunsthefe; doch thut man wohl, das betreffende Gährungsmittel vorher mit einem Theile verdünnter Melasse anzusetzen, damit dasselbe in voller Gährung dem ganzen Bottiche zugesetzt werde, ebenso wie man sich z. B. bei der Kartoffelbrennerei der Kartoffelmaische als Zusatz zur Hefe bedient.

Die Hefe selbst enthält Spiritus, welcher Antheil von dem Resultate des gewonnenen Fabrikates abzuziehen ist, um die Ausbeute aus der Melasse richtig zu berechnen.

Kunsthefe (ein aus Malz und rohem Getreide erzeugtes Maischgut, das in Gährung versetzt ist) liefert Spiritus in dem Verhältniss von etwa 12 Maassprocenten Alkohol pro Pfund des dazu verwendeten Materials.

Die Gährung der Melassen tritt schnell ein; sie zeigt sich zuerst in Blasen, dann bildet sich vom Rande des Bottichs her eine leichte Schaumdecke, bis nach und nach die ganze Oberfläche bedeckt erscheint und in eine wälzende Bewegung geräth. Die Temperaturerhöhung dabei beträgt 8 bis 10° R. Es ist vortheilhaft, sich grosser Gährungsbottiche zu bedienen, da die Gährung in grossen Massen regelmässiger und vollkommener als in kleinen verläuft.

Um den Bottichraum gehörig auszunutzen, kann man, nachdem die Gährung in gutem Gange ist, noch etwas stärkere Melasse unter Umrühren zusetzen; doch ist eine kräftige Hefe in genügender Menge und eine höhere Temperatur als bei Kartoffelmaischen wünschenswerth.

Zur Verdünnung der Melasse bedient man sich vortheilhaft des Rübensaftes, wodurch man nicht nur den Bottichraum besser ausnutzt, sondern auch der Melasse stets neue Hefe zuführt, welche aus dem Rübensaft bei der Gährung sich bildet.

Man erlangt dadurch eine vollkommenere Vergährung und in Folge dessen einen möglichst hohen Spiritusertrag. Dies ist der einzige Modus, Rübensaft mit Vortheil zur Spirituserzeugung zu verwenden, und hierbei ist besonders das Zugeben stärkerer Melasse während der Gährung zu empfehlen, da sie Hefe genug zur Zersetzung vorfindet.

Die Gährung ist gewöhnlich in 36 Stunden beendigt und das

Saccharimeter zeigt dann, je nach dem Grade derselben, 4 bis 6 Proc. Balling.

Bei der Destillation der reifen Maische (wozu der französische Apparat à *Distillation continue*, welcher mittelst der Retourdämpfe der Dampfmaschine betrieben wird, sich am besten eignet) liefert die Melasse einen Spiritus von etwas geringerer Qualität als Kartoffeln oder Korn; bei einer möglichst hohen Rectification ist derselbe jedoch von diesem nicht mehr zu unterscheiden und zu jedem Zwecke verwendbar.

Mit der Spiritusgewinnung ist aber die Ausnutzung des Rohmaterials noch nicht vollendet; denn die zurückbleibende Schlempe, welche nur hier und da zur Fütterung des Viehes, anderen Ortes zur Düngung der Felder benutzt wird, enthält die ganze alkalische Salzmasse und kann eingedickt zur Darstellung von Pottasche verwendet werden. (Siehe darüber Polytechnisches Journal, Bd. XXIII, S. 143.)

Hier, wo wir nur die Gewinnung der rohen Salzmasse verfolgen können, handelt es sich darum, dies auf die möglichst billige Art zu bewerkstelligen, und zwar geschieht dies nach dem Vorschlage des Herrn Dubrunfaut, indem man die gewonnene Schlempe anstatt Wasser zur Verdünnung einer zweiten Portion Melasse benutzt. Dadurch erhält man das doppelte Quantum von Salzen in derselben Menge Flüssigkeit, welche dann in den Dampfkessel gegeben wird, um aus diesem concentrirter hervorzugehen und darauf in Pfannen abgedampft zu werden, bei deren Heizung man die abziehende Wärme eines Flammofens, in welchem die Salzmasse geröstet wird, mit ausnutzt.

Es sollen so circa 10 Proc. Salzmasse zu 50 bis 55 Proc. Alkalimeteranzeige vom Gewichte der Melasse gewonnen werden, was sich natürlich nach der Menge der Salze richtet, welche die Rübe enthält und welche zum Verdrusse des Fabrikanten den ganzen Verlauf der Zuckerfabrikationsprocesse mit durchgemacht haben. So gelingt es also, diese Stoffe, welche eben bei der Zuckerfabrikation so oft hindernd und benachtheiligend in den Weg traten, doch noch zu verwerthen.

NACHTRAG.

Das Frey- und Jellinek'sche Verfahren.

Vor einiger Zeit traten die Herren Frey und Jellinek mit einem Scheidungsverfahren auf, welches sich durch seine Einfachheit und durch die schönen Erfolge so empfiehlt, dass ich eine ausführlichere Besprechung desselben in einem besonderen Nachtrage für geboten erachte.

Ehe ich jedoch zur Beschreibung des Verfahrens selbst übergehe, möchte ich die Entwickelungsgeschichte seiner Entstehung und Ausbildung, so wie sie mir sich unwillkürlich bei einem Ueberblicke der gesammten Literatur dieses Faches aufdrängt, hier mittheilen. Es ist stets interessant, zu verfolgen, wie verschiedene Leute an einem Baue des Wissens und Fortschrittes arbeiten, wie durch gegenseitige Mittheilungen die Ideen verschiedenartig sich entwickeln und reifen, wie unser Zeitalter durch die Zusammenwirkung vieler intelligenter Kräfte in der Industrie jene schönen Erfolge erzielt hat, die ein früheres Jahrhundert in Staunen versetzt haben würde.

Deshalb finden wir denn auch gewöhnlich mehrere Baumeister an den Grundpfeilern mancher Verfahren, bei deren Ausbildung, und, ohne dem Verdienste desjenigen zu nahe zu treten, der durch die praktische Ausführung und zuerst ermöglichte Inslebensetzung sich die allgemeine

Anerkennung erwarb, kann man auch die Verdienste jener Anderen gebührend anerkennen.

Ein ähnliches Verhältniss findet bei diesem neuen Scheidungsverfahren statt. Bei demselben wird mehr Kalk bei niedriger Temperatur dem Safte zugesetzt, um unter dem Siedepunkte wieder durch Kohlensäure entfernt zu werden. Mir scheint daher dasselbe nur eine glückliche praktische Ausbildung des Procédé des Herrn Mauméné zu sein, der vor Jahren einen Zusatz von 2 bis 5 Proc. Kalk zum kalten rohen Rübensafte empfahl. Zwar führte er zu Anfang nur die beliebig lange Aufbewahrung des rohen Rübensaftes als Hauptzweck seines Verfahrens an (siehe S. 159 und 160 dieses Werkes), aber es fiel doch Jedermann auf, der nach dieser Methode einige Versuchsarbeiten machte, dass die später bei niedriger Temperatur durch Saturation geklärten oder geschiedenen Säfte eine ausgezeichnete Beschaffenheit und namentlich eine sehr helle Farbe besassen. Mauméné gab an, die Temperatur dabei bis auf 60 und 70° zu erhöhen, ging jedoch bald weiter, indem er empfahl (als Possoz-Perier mit ihrer sogenannten neuen (?) doppelten Saturation auftraten), den rohen Rübensaft mit dieser grösseren Kalkmenge 12, ja selbst nur 6 Stunden in Berührung zu lassen und dann bei niedriger Temperatur zu saturiren.

Der Streit, der darüber in öffentlichen Zeitschriften geführt wurde, war weit entfernt von jener Form und Würde, wie sie der Wissenschaft oder der Wichtigkeit der Sache angemessen; aber der Vorwurf der Inconsequenz, der Herrn Mauméné über seinen neueren Vorschlag gemacht wurde, trifft schwerlich zu, dieser spätere Vorschlag ist vielmehr eine gereiftere Ansicht, ein Fortschritt zu nennen, der vielleicht erst zum Theil durch jene Kämpfe hervorgerufen wurde.

Das Verdienst der Herren Frey und Jellinek besteht nun darin, auch diese 6 Stunden Einwirkung des Kalkes auf den kalten Saft noch zu reduciren, und den mit 2 oder mehr Procenten Kalk versetzten Saft sogleich bei niedrigen Wärmegraden zu saturiren. Herr Jellinek sagt S. 22 seiner Broschüre (Prag 1864) selbst, dass der Hauptschwerpunkt der ganzen Operation derjenige ist:

„dem wo möglich kalten Rübensafte mehr Kalk zuzusetzen, als nothwendig ist, um einfaches Kalksaccharat zu bilden, und dieses bei einer Temperatur unter der Siedehitze wieder durch Kohlensäure zu zerlegen;" — was meiner Ansicht nach auch von Mau-

méné angegeben war*). Die Art und Weise der praktischen Ausführung aber, nämlich den mit Kalk versetzten Saft sogleich zu saturiren, ist entschieden von den Herren Frey und Jellinek besser durchgeführt, indem man hierbei alle Zwischengefässe und unangenehmen Operationen vermeidet.

Merkwürdiger Weise ist die Theorie dieses Verfahrens von dem Herrn Erfinder nicht so klar und vollständig dargelegt und wissenschaftlich begründet, wie man erwartete. Es erscheint demnach das Verfahren nur als eine empirische Errungenschaft.

Meiner Ansicht nach ist die niedrige Temperatur, welche bei dieser Scheidung eingehalten wird, von der grössten, nicht zu unterschätzenden Wichtigkeit. Wir haben schon früher (S. 149 dieses Werkes) auf Dr. Hochstetter's Versuche hingewiesen, nach denen „Zuckerlösungen, die nur Spuren einer anderen Zuckerart enthalten, sich beim Erhitzen mit Kalkwasser (und Alkalien) augenblicklich färben.“

Die Rüben in vorgeschrittener Jahreszeit enthalten sehr häufig mehr oder weniger andere Zuckerarten, und wir erhalten logischer Weise einen weniger gefärbten Saft, wenn wir denselben nicht so hoch erhitzen, so lange viel Kalk gegenwärtig ist. Dies beweisen besonders die hellen Säfte zu Ende der Campagne, während das bei der alten Scheidung stattfindende Erhitzen sofort mehr oder weniger stark gefärbte Lösungen erzeugt.

Bei der niedrigen Temperatur fällt ferner jener schädliche Einfluss

*) Es erscheint mir dies Verfahren auch nicht patentfähig, denn die Menge Kalk, die man Rübensäften zusetzte, variirte schon früher von $1/2$ Proc. (gewöhnliche Scheidung) bis 5 Proc. (Mauméné), sie kann innerhalb dieser Grenzen also nicht mehr patentirt werden.

Die Temperatur des Kalkzusatzes war die gewöhnliche Lufttemperatur, wie es schon auf der Reibe geschah (Galland), oder sogleich bei dem ausgepressten Safte (Mauméné).

Die Temperatur der Scheidung variirte schon früher von 60° (Mauméné) bis 75° (Michaelis) und 81° (alte Scheidung).

Das Fällen des Kalkes in der Scheidepfanne selbst ist schon vor vielen Jahren von Schatten und Kuhlmann vorgeschlagen und praktisch ausgeführt, ja selbst mit Hülfe der Lithographie veröffentlicht worden, war also schon lange Gemeingut. Die allgemeine Verbreitung dieses Verfahrens scheiterte bisher nur an der Schwierigkeit, die dabei auftretenden bedeutenden Quantitäten von Schlamm mittelst der bestehenden Vorrichtungen zu bewältigen. — Ohne die Einführung der Daneck'schen Schlammfilterpresse würde das Frey-Jellinek'sche Verfahren eben so wenig auf einen praktischen Erfolg haben rechnen können.

fort, den die ätzenden Alkalien auf den Zucker bei höheren Wärmegraden ausüben, wodurch die Polarisationsfähigkeit eines Theiles Zucker verschwinden könnte, wie Michaelis in der Vereinsschrift für Rübenzuckerindustrie dargelegt hat.

Den Haupteinfluss übt aber wohl der Zusatz einer grossen Menge Kalk, der schon in der Kälte, mehr noch in der Wärme, zersetzend und zerlegend auf die stickstoffhaltigen Verbindungen einwirkt. Schon bei Betrachtungen über Mauméné's Verfahren habe ich auf diesen Umstand hingewiesen und will nur bemerken, dass auf die möglichst vollständige Vermischung und Berührung von Kalkmilch und Saft, sowie auf die möglichst lange Dauer dieser Einwirkung immerhin ein wenig mehr Gewicht zu legen sein dürfte, als es bisher meistens geschah.

Die Menge des dazu nöthigen gebrannten Kalkes giebt Herr Jellinek (S. 17 seiner Broschüre) auf wenigstens 2 Proc. vom Rübengewichte an und motivirt diese Ziffer dadurch, dass er annimmt, der Rübensaft pro 100 Rübe enthalte 12 Proc. Zucker, und ein Saftgewinn von 80 Proc. bringe daher 9,6 Proc. Zucker in den Scheidekessel. Da nun 171 Theile Zucker 28 Theile Kalk aufzulösen im Stande, so wären 1,57 Proc. Kalk nöthig, um allen Zucker in Zuckerkalk zu verwandeln. Die Erfahrung zeigt nun, dass ein solches Quantum nicht genügt und es muss daher, je nach der Menge der fremden Beimengungen, dem Rübensafte ein Ueberschuss von Kalk zugesetzt werden, der bei guten Rüben 2 Proc. beträgt, unter abnormen Verhältnissen aber bis 4 Proc. betragen kann.

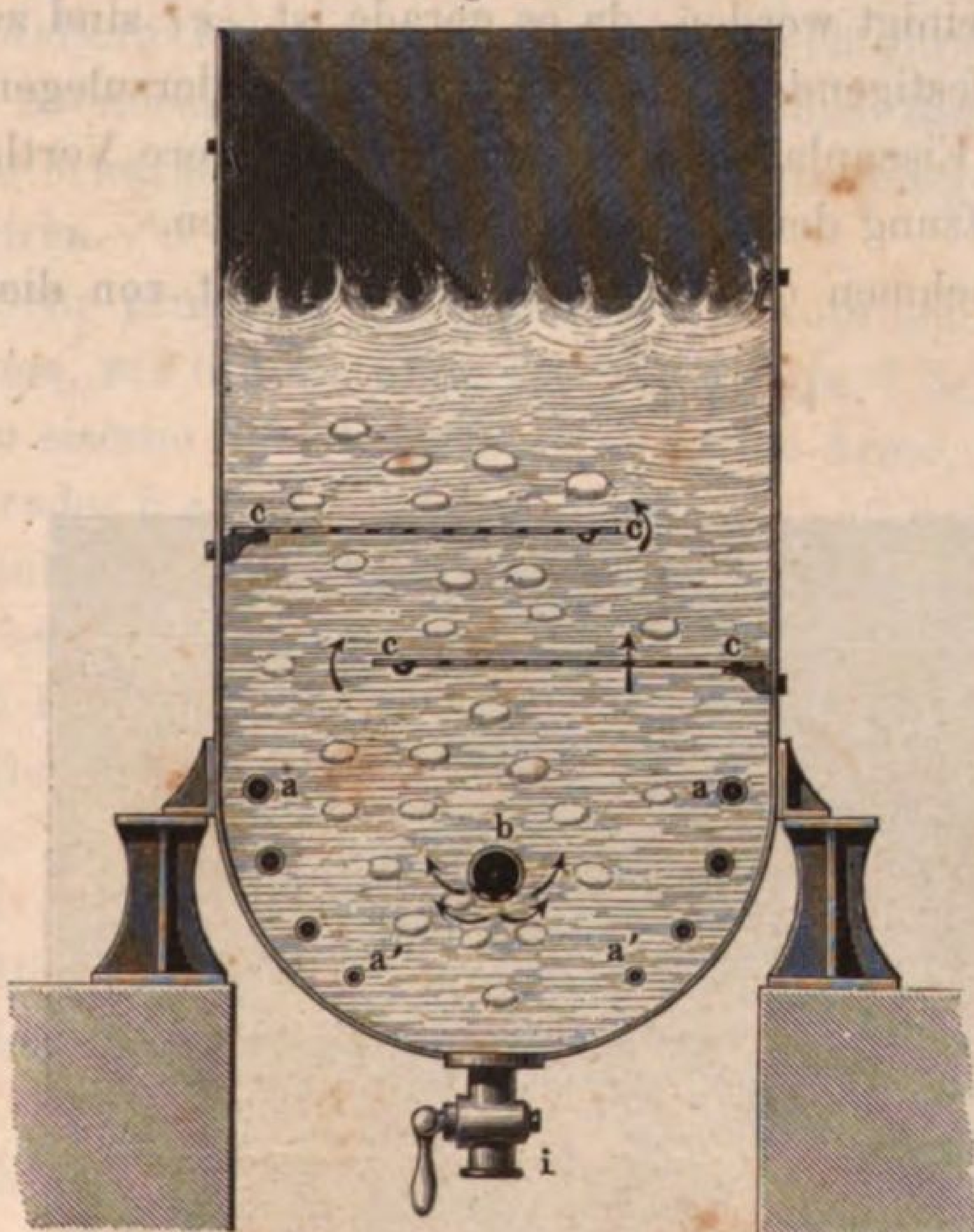
Es dürfte wünschenswerth sein, über dieses Verhältniss zwischen der Menge der fremden Beimengungen im Rübensafte und der Menge des mehr (als um allen Zucker in Zuckerkalk zu verwandeln) aufzuwendenden Kalkes von dem Herrn Erfinder weiteren Aufschluss zu erhalten, da doch die organischen Säuren etc. jedenfalls auch Kalk in Anspruch nehmen.

Die grosse Menge Kalk wirkt bei ihrer Ueberführung in kohlensauren Kalk zugleich als ein Fällungsmittel, von dem eine entsprechende Menge organischer Stoffe mechanisch eingehüllt oder durch Flächenanziehung mit in den Niederschlag übergeführt wird. Der rohe Rübensaft wird dadurch gleichsam geklärt, und jene Substanzen (die circa die Hälfte der organischen stickstoffhaltigen ausmachen) werden durch diese Ausfällung wirklich abgeschieden. Das ist ähnlich dem Resultate, welches man bei der doppelten Carbonatation (Possoz-Perier)

erhält, und da die Theorie der Flächenanziehung des niederfallenden Kalkes bei diesem Verfahren wohl als richtig angenommen werden kann, so möchte dieselbe auch zur Erklärung des Jellinek'schen Verfahrens dienen können.

Diejenigen Fabriken, die zu diesem Verfahren übergegangen sind, haben ihre alten Scheidepfannen dem entsprechend umgeändert. Eine Erhöhung der Zarge um 32″ hat sich als genügend für den Steigraum herausgestellt, um die gewöhnliche Menge Saft bei der Scheidung zugleich zu saturiren.

Fig. 183.



Zur Einströmung der Kohlensäure wird gewöhnlich ein dreizölliges Rohr in die untere Schale gelegt, welches, mit der Kohlensäurepumpe in Verbindung gesetzt, die Kohlensäure aus vielen kleinen Löchern (deren Oeffnungssumme das Doppelte des Röhrenquerschnittes beträgt) in den Saft entweichen lässt.

Wenn dies nun auch für Fabriken mit schon bestehender Einrichtung ganz praktisch ist, so möchte ich für neu zu erbauende Fabriken doch die in Fig. 183 und 184 (Fig. 184 a. f. S.) abgebildete, jedenfalls zweckmässigere Form der Scheidepfannen vorschlagen.

Der Querschnitt dieser schmiedeeisernen Gefässe, die, inwendig mit weisser Emaille überzogen, die grösste Reinlichkeit gewähren, zeigt schon, dass dieselben dicht an einander gestellt werden können, und während sie einen grösseren Rauminhalt besitzen, zugleich weniger Platz einnehmen, also eine bessere Ausnutzung der Räumlichkeiten gestatten, als die früher gebräuchlichen von runder Form.

Die Erwärmung des Saftes geschieht mittelst der Heizschlangen

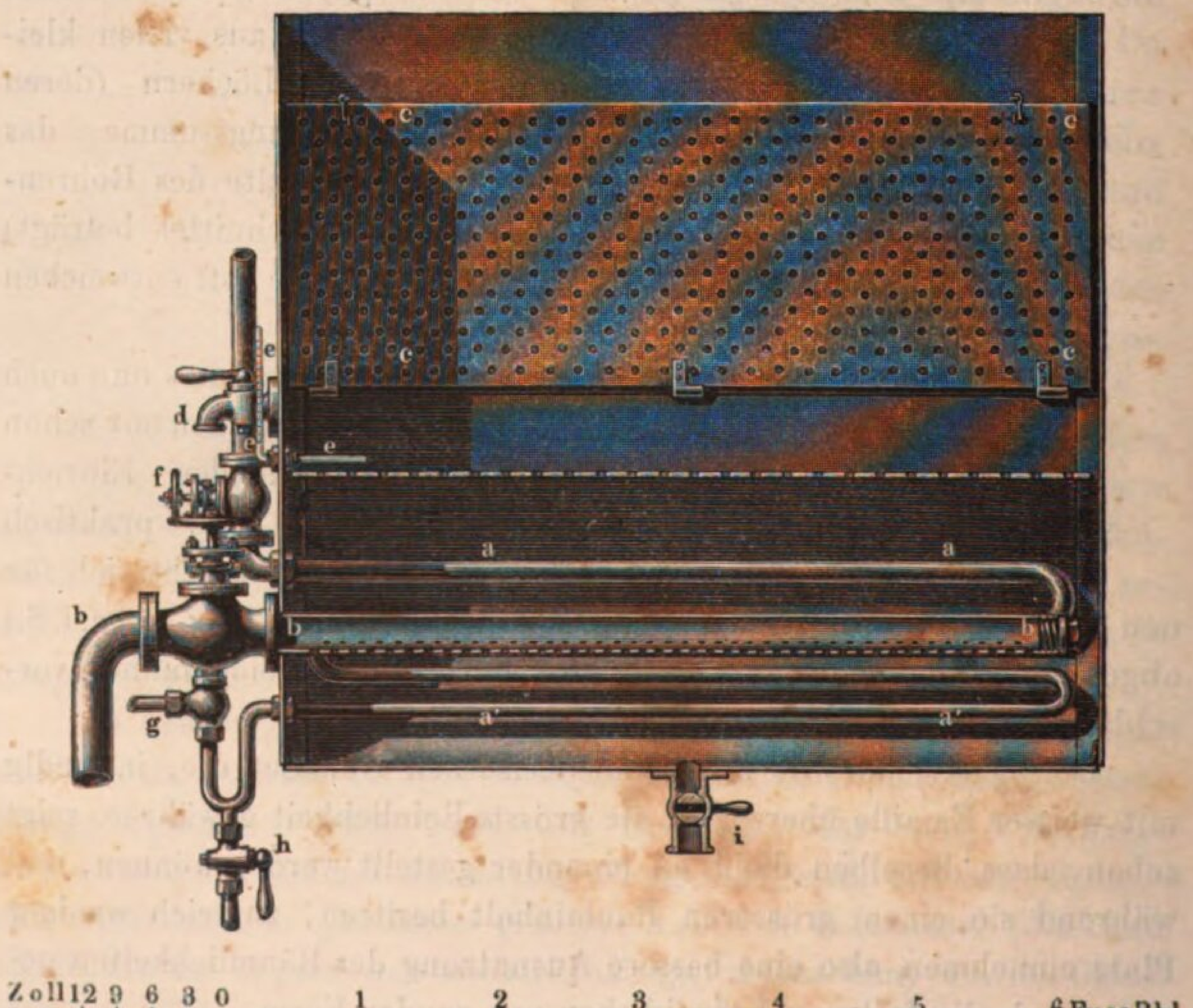
aa (Fig. 184) entschieden rationeller, als durch die bisherigen Doppelböden, die auf ihrer halben äusseren Oberfläche die Wärme verloren gehen lassen, und auf der inneren Seite bekanntlich das geringste Uebertragungsvermögen für die Wärme besitzen, ausserdem entschieden theurer in der Anlage sind.

Die Heizröhren *a* sind ganz vom Safte umgeben, die Wärmeabgabe ist daher rascher und vollständiger. Ihre Reinigung ist sehr leicht.

b ist ein Rohr von grossem Durchmesser für die Kohlensäure. Dasselbe kann leicht herausgenommen und nach Oeffnung der hinteren Schraube sehr leicht gereinigt werden, da es gerade ist. *cc* sind zwei leicht an den Seiten zu befestigende (wie in Fig. 184) und niederzulegende (Fig. 183) durchlöcherte Eisenplatten, die eine vollständigere Vertheilung, also bessere Ausnutzung der Kohlensäure ermöglichen.

d Hahn zum Probenehmen der Flüssigkeit; man lässt von dieser

Fig. 184.



soviel ab, als man bedarf, um den Grad der Sättigung zu beurtheilen. *e* ein an der Pfanne angeschraubtes Thermometer zur leichten Controle der Temperatur der Flüssigkeit. *f* Einströmungsventile für die Dampfschlange. *g* Rückflussventil für das aus dem Dampfe verdichtete Wasser. *h* Probehahn, um sich stets überzeugen zu können, dass kein Saft in der Schlange, dieselbe also dicht ist. *i* Ablaufhahn.

Diese Construction dürfte entschieden zweckmässiger sein, als die kostspieligen Kupferpfannen, die in einer Zeit entstanden sind, wo die Industrie andere Ansprüche machte als heute.

Aeltere Fabriken können aber auch ihre Scheidepfannen ohne jede Aenderung benutzen, indem sie den Rohsaft bis 40° mit dem Kalke erwärmen, dann erst in ein Saturationsgefäss ablassen und dort saturiren.

Sehr praktisch wäre hierbei die Anbringung eines mechanischen Rührers, wie ihn die Figg. 185 und 186 (a. f. S.) zeigen.

a eiserne oder hölzerne gitterartige Arme, welche an der Axe des Zahnrades *b* sitzen, welches durch die auf der Treibwelle *d* sitzende Schraube ohne Ende *c* bewegt wird. Das Vermischen von Kalk und Saft ist hierbei entschieden gleichmässiger als ohne diese Vorrichtung durch Handarbeit.

Der Saft wird nun nach Jellinek's Vorschrift, sobald das Scheidegefäss bis zur gewünschten Höhe gefüllt ist, bis 20°, höchstens bis 30° R. erwärmt (§. 17 seiner Broschüre) und dann der Kalk zugesetzt.

Mir scheint es indessen rationeller, den Kalk sobald als möglich dem kalten Safte zuzusetzen, ja es wäre vielleicht zweckmässiger, selbst schon auf der Reibe einen kleinen Antheil davon zuzusetzen, welcher jedoch nicht soviel betragen dürfte, dass die Rückstände dadurch als Viehfutter unbrauchbar würden. Herr Dr. Grouven hat aber ausgesprochen, dass ein geringer Zusatz von Kalk zu den Presslingen dem Vieh eher zuträglich und daher anzurathen sei.

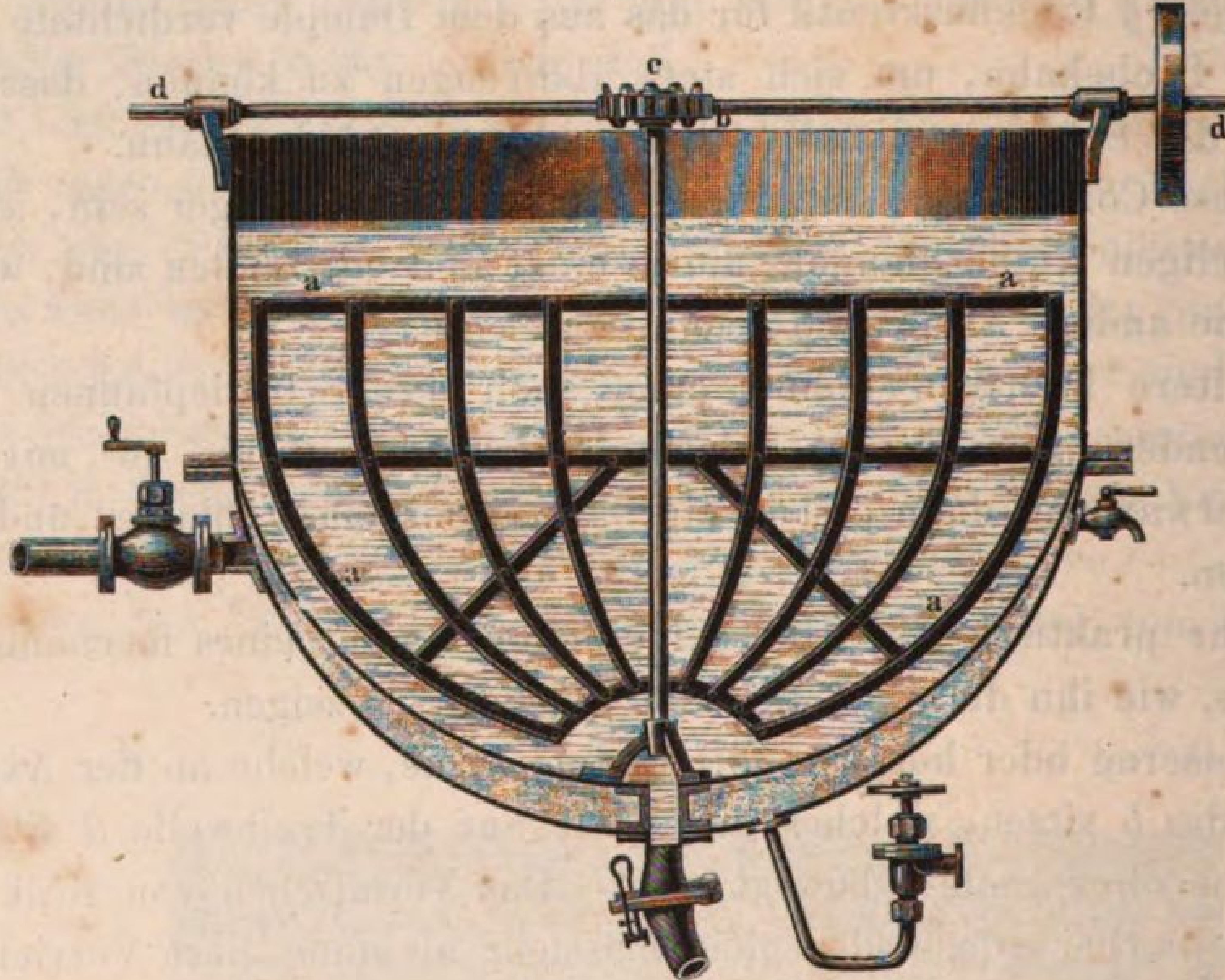
Wenn man aber das nicht wünscht, so könnte man doch z. B. bei jeder Presse leicht eine Vorrichtung anbringen, die das bestimmte Quantum einer 18grädigen Kalkmilch sogleich beim Aufgange jeder Presse in die Saftrinne abliesse, so dass Saft und Kalkmilch gut gemischt in den Scheidekessel gelangten, wo noch ein kräftiges Rühren die gleichmässige Einwirkung der Kalkmilch befördern würde.

Man lässt dann *) behutsam Kohlensäure einströmen, wobei sich

*) Das sofortige Einströmen der Kohlensäure gleich nach dem Kalkzusatze,

ein dem rohen Rübensafte charakteristischer grauer Schaum bildet, der nach und nach eine hellere Farbe und dichtere Beschaffenheit an-

Fig. 185.



nimmt. Da die Temperatur während dieser Zeit eine Höhe von 45 bis 50° erreicht hat, so kann man mehr Kohlensäure einströmen lassen, so dass bei einer Temperatur von 68 oder 70° die gewöhnlichen Eigenschaften des schwach saturirten Saftes eintreten.

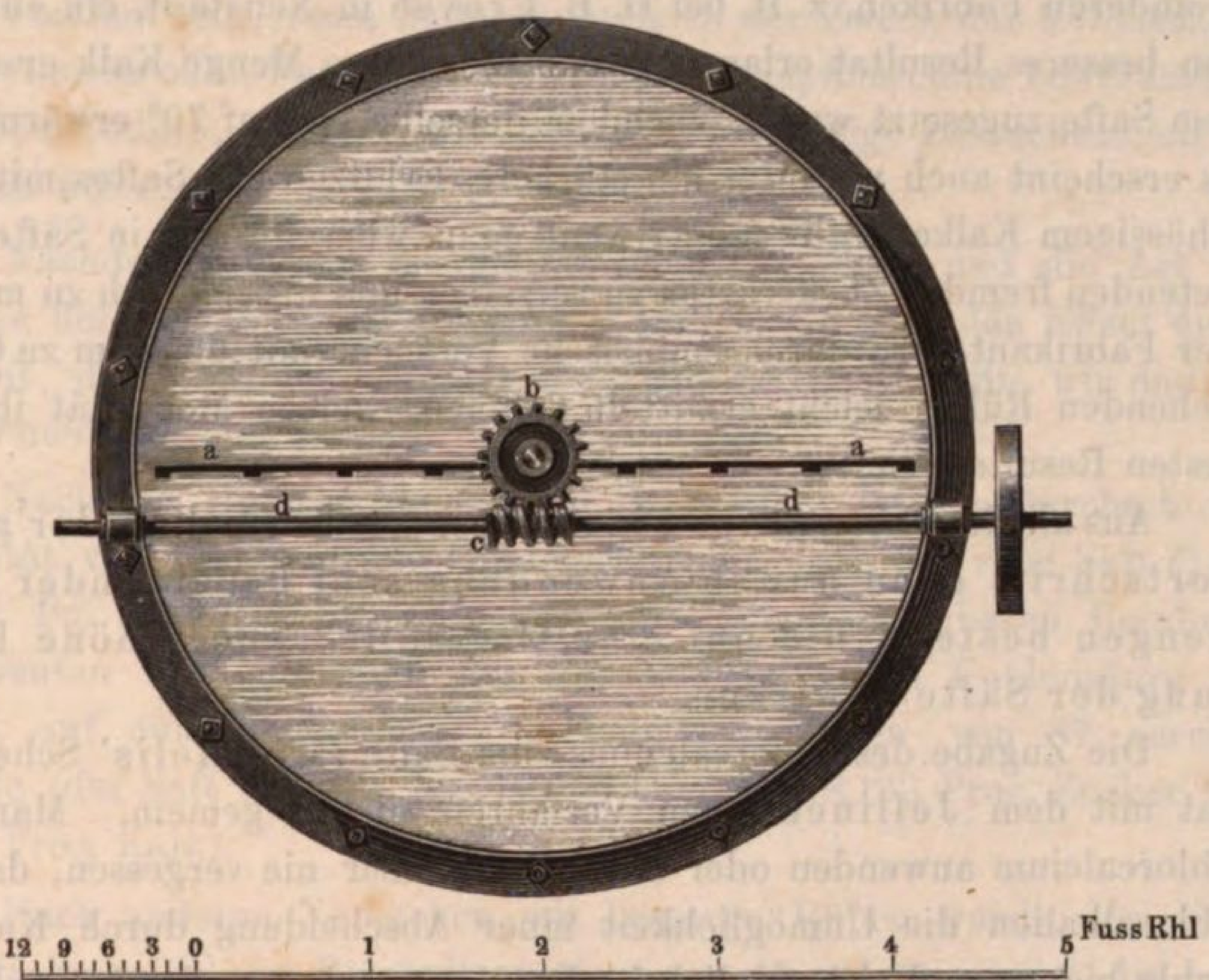
Bei einer auf einem Löffel genommenen Probe zeigt sich hellgelber blanker Saft in kleinen Adern zwischen einem nicht zu dunkeln Niederschlage. Am besten lässt sich die Vollendung der Operation in hohen Probegläsern beurtheilen, wo der Niederschlag rasch zusammengeht und die Farbe des Saftes dem Praktiker einen Hauptanhaltspunkt bietet. Wenn man die Einströmung der Kohlensäure zu lange dauern lässt, so lösen sich wahrscheinlich einige organische Theile des Niederschlages wieder auf, wodurch der Saft bedeutend dunkler wird.

Der Kalkgehalt des saturirten Saftes beträgt ungefähr 0,05 bis höchstens 0,07 (Jellinek). Die Operation der Sättigung dauert ungefähr 30 Minuten, und man kann dann entweder den Rückstand von

wie Jellinek es empfiehlt, dürfte nicht vortheilhaft sein, da dadurch ein Theil Kalk sogleich wieder unwirksam, folglich verschwendet wird; ich empfehle das vorherige Erwärmen mit Kalk bis 40°.

dem klaren Safte des ganzen Inhaltes der Scheidepfanne durch die Schlammfilter sogleich trennen, oder man lässt erst durch Ruhe (Ab-

Fig. 186.



setzen) die Flüssigkeit sich klären, was auch 30 Minuten in Anspruch nimmt. Man hat dann $^3/_4$ des Volumens der Scheidepfanne an klarem Safte und $^1/_4$ Volum an trüber, schlammiger Flüssigkeit, aus der durch die Schlammfilter der klare Saft rasch und schön getrennt wird. Der durch Absetzen erhaltene klare Saft wird entweder direct der weiteren Verarbeitung übergeben, oder er wird besser durch frisch montirte Schlammfilter von seinen mechanischen Beimengungen befreit, und dann der Filtration unterworfen.

Die Operation der Scheidung kann mit Vortheil auch so ausgeführt werden, dass der möglichst zeitig mit Kalk versetzte Saft unter stetem Umrühren erst bis 45 auf 50° erwärmt wurde, damit der Kalk recht lange auf den Saft einwirke, ehe die Kohlensäure einströmt. Durch diese Modificirung des Verfahrens sind die schönsten praktischen Resultate erzielt worden. Von einer Partie Rüben, deren Säfte durch gewöhnliche Scheidung und Saturation im Apparate nicht zum Krystallisiren geschickt zu machen waren, wurden auf diese Art recht gute im Apparate gekörnte Füllmassen erzielt, die einen befriedigenden Ertrag gaben.

Dieser gute Erfolg scheint dazu aufzufordern, diese Modification des Verfahrens einer weiteren praktischen Prüfung zu unterwerfen.

Hierbei darf indessen nicht unerwähnt gelassen werden, dass man in anderen Fabriken, z. B. bei H. B. Freyse in Neustadt, ein entschieden besseres Resultat erlangte, wenn die grosse Menge Kalk erst dann dem Safte zugesetzt wurde, nachdem derselbe bis auf 70⁰ erwärmt war. Es erscheint auch mitunter ein stärkeres Erhitzen des Saftes mit überschüssigem Kalke nothwendig, wenn man wünscht, die in Säften auftretenden fremden Zuckerarten zu zersetzen und unschädlich zu machen. Der Fabrikant wird durch empirische Versuche mit den ihm zu Gebote stehenden Rüben leicht ermitteln können, welche Modalität ihm die besten Resultate liefert.

Aus alledem aber glaube ich schliessen zu dürfen, dass der grosse Fortschritt eben nur in Anwendung sehr bedeutender Kalkmengen besteht, die auf einmal gefällt, jene schöne Reinigung der Säfte bewirken.

Die Zugabe des Chlorcalciums zum Safte (Michaelis' Scheidung) hat mit dem Jellinek'schen Verfahren nichts gemein. Man kann Chlorcalcium anwenden oder nicht, muss aber nie vergessen, dass die Chloralkalien die Unmöglichkeit einer Abscheidung durch Knochenkohle bieten, und sich folglich in den Nachproducten der Art anhäufen, dass sie denselben einen sehr schlechten Geschmack ertheilen. Die Vor- und Nachtheile der Anwendung des Chlorcalciums gehören zwar nicht in das Capitel der Frey- und Jellinek'schen Scheidung, und ich erlaube mir diese Bemerkung hier nur deswegen, weil Herr Jellinek selbst in seiner Broschüre von dem Zusatze des Chlorcalciums beinahe so spricht, als wäre es wesentlich.

Viele lassen zu Ende der Saturation noch directen Dampf einströmen, um dadurch eine raschere Fällung des kohlensauren Kalkes zu erzielen.

Derselbe scheidet sich bekanntlich bei einer Temperatur über 60⁰ R. leichter ab, wird compacter, weniger voluminös, als bei niedrigen Temperaturen, und setzt sich dann rascher zu Boden. Dies Resultat kann man jedoch durch Erwärmen des Saftes mittelst Doppelböden oder Schlangen eben so gut erzielen. Nun scheidet sich freilich der kohlensaure Kalk bei Einströmung directen Dampfes rascher ab als sonst, doch hat dieses vielleicht seinen Grund zum Theil in der dadurch bewirkten Verdünnung des Saftes, da in verdünnteren Lösungen jede Art Fällung rascher bewirkt wird. Diese Verdünnung des Saftes kann je-

doch dadurch besser erzielt werden, dass man bei der Saftgewinnung mehr Wasser verwendet, was entschieden vortheilhafter sein dürfte. Das Einströmen directen Dampfes in den Scheidesaft würde nur dann von Vortheil sein, wenn dadurch zugleich der Zweck des Kohlensäureeinströmens ohne Pumpe und besondere Dampfmaschine bewerkstelligt werden könnte, worüber wir weiter unten einige Betrachtungen anstellen wollen.

Nachdem wir nun die gebräuchlichen Gefässe und die Art und Weise der Arbeit betrachtet haben, wollen wir auch den Effect dieser Arbeit, den Grad der Reinheit der Säfte betrachten, die wir dadurch zu erzielen im Stande sind.

Nach den Untersuchungen von Dr. Weiler ist das Durchschnittsresultat von fünf genauen Untersuchungen, dass der rohe Saft (14,28 Proc. Bg. und 10,9 Proc. Zucker) mit einem scheinbaren Reinheitsquotienten von 76,3 nach der Abscheidung durch Kohlensäure und Kalk auf einen scheinbaren Reinheitsquotienten von 87 veredelt wurde (der Saft enthielt bei 10,256 Proc. Bg. 8,132 Proc. Zucker und 0,06 Proc. Kalk).

Nach anderen Versuchen mit besseren Rüben wurde der direct ermittelte, wirkliche Reinheitsquotient von 85 auf 91 erhöht, die Säfte also ganz ausgezeichnet gereinigt.

W. Gundermann giebt an, dass bei dieser Scheidung 45 bis 57 Proc., also durchschnittlich die Hälfte des vorhandenen Nichtzuckers aus dem Safte entfernt wird. Es liefert also diese Methode der Reinigung der Säfte im Vergleich mit dem im Früheren angegebenen alten Verfahren ein verhältnissmässig sehr günstiges Resultat. Aus allen Untersuchungen, die in letzter Zeit über die alte Scheidung angestellt wurden, erhellt mit grosser Klarheit, dass dabei nur ein geringer Theil jener fremdartigen, den Zucker begleitenden und dessen Krystallisation hindernden Stoffe abgeschieden werde (4 bis 8 Proc., Dr. Weiler, Dr. Grouven, Walkhoff). Es hatte sich demnach die Ueberzeugung wohl ganz allgemein aufgedrängt, dass nur eine wirksamere Scheidungsmethode den Anforderungen der Zeit entspreche, und daher verbreitete sich dieses Verfahren denn auch mit ungewöhnlicher Schnelligkeit.

Während man früher durch die Fällung des Kalkes nach der Scheidung und dem Vorkochen mit Kalk etc. die Säfte von einem Theile der organischen Beimengungen zu befreien suchte, erreicht man

dasselbe Ziel jetzt höchst vollständig in der einfachen Operation der combinirten Saturationsscheidung.

Die Abscheidung einer grösseren Menge von organischen Stoffen wird recht ersichtlich aus den Analysen der Rückstände beider Scheidungsmethoden.

Die Menge des abgesetzten Schlammes beträgt beim Jellinek'schen Verfahren zwischen 8 und 8,75 Proc. (Jellinek, S. 32 seiner Broschüre).

Dr. Weiler erhielt (S. 12 seiner Broschüre über dasselbe Verfahren) aus 1760 Pfd. Rohsaft oder aus 22 Ctr. Rüben 216 und 169 Pfd. gepressten Schlammes; im Durchschnitt also 192 Pfd. oder 8,8 Proc. pro 100 Rüben, so dass wir, wenn wir auch noch andere Ermittelungen in Betracht ziehen, wohl 8 Proc. von den verarbeiteten Rüben rechnen dürfen. Dieser ausgepresste Schlamm besass einen Feuchtigkeitsgehalt von 33 bis 40 Proc., und es würde demnach ($60 \times 8 =$) 4,8 Proc. trockener Scheideschlamm resultiren. In 100 Theilen des getrockneten Schlammes waren 25,2 Proc. organische Substanzen enthalten (nach Weiler), und es wären demnach pro 100 Rüben an organischen Substanzen ($4{,}8 \times 25{,}2 =$) 1,21 Proc. abgeschieden worden.

Bei der gewöhnlichen alten Scheidung ist es eine bekannte Thatsache, dass man meistens 3 Proc. Scheideschlamm erhält, feucht gewöhnlich 25 Proc. an organischer Substanz enthaltend; es wären demnach ($3 \cdot 25 =$) 0,75 Proc. organischer Stoffe pro 100 Rüben ausgefällt worden. Dr. Weiler führt (ibidem) an, dass der gewöhnliche Scheideschlamm nach dem Auspressen durchschnittlich gegen 48 und 50 Proc. Feuchtigkeit, und getrocknet je nach der Menge des zur Läuterung angewendeten Kalkes circa 45 Proc. organische und 55 Proc. unorganische Substanzen enthalte.

Die Menge des nach alter Methode gewonnenen Scheideschlammes ist von mir sehr genau durch viele directe Wägungen zu 3 Proc. ermittelt worden. Berechnet man nun danach, wie oben die ausgeschiedene Menge der organischen Stoffe in den trockenen Rückständen, so stellt sich das Resultat ebenfalls auf $\left(\frac{3 \cdot 50 \cdot 45}{1000} =\right)$ 0,675 Procent für 100 Theile Rüben.

Die Differenz von ($1{,}21 - 0{,}75 =$) 0,46 Proc. organischer Stoffe findet sich jedoch, wie ich hier ausdrücklich erwähnen will, nicht bei beiden Verfahren in der Füllmasse in gleichem Maasse wieder, da bei der alten Methode nach der Scheidung theils durch die Saturation mit

Kohlensäure, theils durch die Knochenkohle (die im Verhältniss der Menge organischer Stoffe in Säften auch mehr oder weniger aufnimmt) noch einige organische Substanzen abgeschieden werden. Die angeführten Berechnungen, denen die Analysen vollkommen unparteiischer Männer zu Grunde liegen, sollen eben nur für die eine Operation der Scheidung Geltung haben, und da ist denn, wie gesagt, der Vortheil entschieden auf Seiten der Saturationsscheidung.

Es ist zwar klar, dass, je reiner der Saft nach dieser ersten Operation ist, um so besser sich auch — unter sonst annähernd gleichen Bedingungen — das Endresultat stellen muss. Würden aber nach dieser Operation sehr verschieden grossartige Mittel in der Fabrikation angewendet, so könnte allerdings nach der alten Methode ein besseres Resultat erzielt werden, ohne dass jedoch dadurch der Beweis für die grössere Vortrefflichkeit der alten Scheidung geführt wäre. Jedenfalls wird eine geringere Menge Knochenkohle in Verbindung mit der Saturationsscheidung ein eben so gutes Resultat zur Folge haben, als die alte Scheidung mit grösseren Quantitäten Kohle. Es ist mithin Sache des Fabrikanten, zu berechnen, welche Mittel für die örtlichen Verhältnisse die billigsten sind.

Für Deutschland, Frankreich und manche Gegenden Russlands lässt sich diese Frage unbedingt zu Gunsten der neuen Methode beantworten, da in diesen Ländern der Kalkstein und das Brennmaterial zur Erzeugung so bedeutender Quantitäten Kohlensäure zu mässigen Preisen zu beschaffen sind. Es giebt aber nicht unbedeutende Districte in zuckererzeugenden Ländern der Welt, wie z. B. im Gouvernement Kiew in Südrussland, wo weder Kalk noch geeigneter Brennstoff so billig zu haben sind, dass es nicht vortheilhafter wäre, durch grössere Mengen der dort sehr billigen Knochenkohle ein gleich gutes Endresultat zu erreichen.

Wenn man bedenkt, dass zu der Saturationsscheidung für je 1000 Ctr. täglich zu verarbeitender Rüben 48 Ctr. Kalkstein, 3 Ctr. Coaks und $^1/_3$ Klafter Holz nothwendig sind, während bei der alten Scheidung zu demselben Quantum Rüben schon 5 Ctr. Kalk (in gebranntem Zustande, oder 10 Ctr. Kalkstein genügen), so ist allerdings ersichtlich, dass die Aufgabe, den Zucker möglichst billig herzustellen, nur bedingungsweise gelöst ist, da die Auslagen der Fabrikation nicht vermindert sind, und es kann nur eine grössere Ausbeute an Krystallzucker (in Folge einer besseren Reinigung) aus der Füllmasse eine billigere Production des Zuckers bewirken.

Es handelt sich also darum, annähernd zu wissen, wie viel mehr Zucker aus 100 Theilen Füllmasse nach diesem Verfahren gewonnen wird?

Obschon mir darüber nicht vielfältige, von verschiedenen Seiten gemachte Beobachtungen zur Disposition stehen, und ich mich daher auf eigene Beobachtungen beschränken muss, so will ich dieselben doch der Wichtigkeit der Sache wegen hier anführen.

Die Differenz zwischen der Polarisation der Füllmasse (oder dem relativen Reinheitsquotienten) und dem Gehalt an fester Substanz betrug circa 2 Proc. Nehmen wir nun an, dass aus 100 Rüben günstigen Falls 12 Proc. trockener Füllmasse erhalten werden, und dass der Reinheitsquotient der Füllmassen nach dem gewöhnlichen Verfahren beispielsweise 84 betrage, der nach der neuen Methode jedoch 86 (eine Ziffer, die sich jedoch jeder Fabrikant durch empirische, vergleichende Versuche für seine Verhältnisse selbst feststellen möge), so würden nach der Annahme, dass 1 Proc. fremder Stoffe auch 1 Proc. Zucker praktisch ungewinnbar macht, nach der alten Methode 68 Proc. Zucker, nach der neuen Methode 72 Proc. Zucker aus 100 Theilen Füllmasse zu erzielen sein, oder auf 100 Rüben nach dem alten Verfahren (68 × 12 =) 8,16 Proc. Zucker,
nach dem neuen hingegen (72 × 12 =) 8,64 „ „
minus des Zuckerverlustes im Schlamm von . . . 0,2 „ „
8,44 Proc. Zucker,
gewonnen, und es betrüge die Differenz der Zuckerausbeute zu Gunsten des neuen Reinigungsverfahrens (8,44 — 8,16 =) 0,28 Proc. oder circa ¼ Proc. Zucker. Wenn man dies in Geld anschlägt, und die oben erwähnten höheren Unkosten abzieht, so würde man ein ungefähres Bild von dem pecuniären Vortheile des Verfahrens haben.

Ich habe oben 0,2 Proc. Zuckerverlust bei dem neuen Verfahren in Anrechnung gebracht und zwar deshalb, weil meiner Ansicht nach ein solcher Verlust in den grösseren Quantitäten Schlamm wirklich stattfindet (ein Aussüssen in beiden Fällen nicht gerechnet).

Man erhält nämlich bei der Saturationsscheidung (siehe oben) 8 Proc. Schlamm pro 100 Rüben; dieser Schlamm enthält etwa 40 Proc. Feuchtigkeit. Gewöhnlich kommen nun in Rübensäften 88 Theile Wasser auf 12 Theile Zucker, so dass man danach von 40 Proc. Wasser in 100 Theilen Rückstand auf circa 5 Proc. Zucker schliessen müsste, oder pro 100 Rüben auf 0,40 Proc. Zuckerverlust. Nach Anderen beträgt der Zuckerverlust 3,6 Proc. pro 100 Schlamm.

Bei der gewöhnlichen Scheidung resultiren nach derselben Annahme bei 50 Proc. Feuchtigkeit des Schlammes 6,8 Proc. Zuckerverlust pro 100 Schlammtheile; da 100 Rüben aber nur höchstens 3 Proc. Schlammrückstände ergeben, so beträgt hierbei der Zuckerverlust auch nur 0,2 Proc.

Die Differenz oder (0,4 — 0,2 =) 0,2 Proc. Zuckerverlust kommt also auf Rechnung des mechanischen Verlustes beim neuen Verfahren. Wenn man diesen Zucker auf Füllmasse berechnet, so macht dies 0,24 oder $^1/_4$ Proc. Füllmasse aus, die man also weniger erhält.

W. Gundermann giebt in der Vereinsschrift für Rübenindustrie, Bd. XV, S. 97 einen Minderertrag an Füllmasse von $^1/_4$ bis $^1/_3$ Proc. für dies Verfahren an, und glaubt sich der Ansicht zuneigen zu müssen, dass dies von der grösseren Menge entfernten Nichtzuckers herrühre. Die Thatsache einer geringeren Menge Füllmasse steht also einmal fest, nur über die Erklärung derselben könnten die Meinungen differiren. Allerdings mag die bedeutendere Abscheidung von Nichtzucker auch dazu beitragen, aber ein grösserer Zuckerverlust wird doch augenscheinlich bei diesem Verfahren durch den Schlamm verursacht, da hier schon die günstigsten Verhältnisse für den nach der Saturationsscheidung gewonnenen Schlamm angenommen sind.

Wir haben nämlich bei dem alten Systeme für 100 Schlammtheile 50 Proc. Wasser angerechnet, während für das neue auf nur 40 Proc. die Rechnung des Zuckerverlustes gegründet wurde. Nun stehen aber dem Fabrikanten Mittel und Wege zu Gebote, in dem ersteren Schlammrückstand den Wassergehalt von 50 Proc. bedeutend zu reduciren.

Früher hat man auch einen chemischen Verlust von Zucker in dem Rückstande als an Aetzkalk gebunden angenommen. Obschon sich nun durchaus niemals unlösliches Kalksaccharat bei der älteren Scheidung bildet, so bleibt es doch dem Ermessen des Fabrikanten unbenommen, auch den Rückstand der alten Scheidung durch Saturation in kohlensauren Kalk überzuführen, und so nicht nur einem etwaigen chemischen Verluste dabei vorzubeugen, sondern auch dem Schlamme jene Beschaffenheit zu ertheilen, die ihn leichter zu entwässern und zu entzuckern erlaubt, auch würden dann die Schlammsäcke nicht so leiden wie früher, da kein Aetzkalk mehr vorhanden ist, der auf dieselben so zerstörend einwirkte.

Endlich ist vom Aussüssen des Schlammes bei obiger Rechnung keine Erwähnung geschehen, weil man ja in beiden Fällen aussüssen

kann, und endlich ein unvermeidlicher Zuckerverlust doch immer proportional der Menge resultirenden Schlammes bleiben wird.

Schliesslich erfordert noch ein Umstand die ernsteste Erwägung, nämlich die Qualität des anzuwendenden Kalkes. Wenn derselbe von chemisch reiner Beschaffenheit angewendet werden könnte, so würden obige Daten wohl zutreffend sein; aber leider kommt der Kalk mehr oder weniger verunreinigt vor, und wenn derselbe auch nur 1 Proc. Alkalien enthält, so würden wir bei einem Kalkaufwande von $2^1/_2$ Proc. auf 1000 Ctr. Rüben 25 Pfd. Alkalien mit in den Saft bringen, die täglich circa 180 Pfd. oder nahezu $^1/_5$ Proc. Zucker in Melasse überführen würden.

Ausserdem enthält aber der Kalk des Handels noch andere (1 bis 10 Proc.) fremde Beimengungen der verschiedensten Art, als Thon, Eisenoxyd, Magnesia, Kieselsäure etc., worauf ich hier nur hindeuten möchte. Demnach dürften vorhergehende genaue Analysen der zu Gebote stehenden Kalksorten wohl anzuempfehlen und bei einiger Vorsicht diesen Uebelständen zum Theil vorzubeugen sein.

Nach den bisherigen Ausführungen dürften die Vortheile dieses Verfahrens vorzüglich darin bestehen, dass 1) die Reinigung der Rübensäfte in einer Operation vorgenommen wird; 2) die Säfte in einer Operation besser gereinigt werden, als früher in zweien; 3) der Aetzkalk des Scheideschlammes in kohlensauren Kalk verwandelt wird, und daher die Säcke nicht so rasch zerstört, weshalb sich der Schlamm leichter und besser verarbeiten lässt; 4) die bessere Reinigung der Säfte bei der Scheidung in den späteren Operationen eine geringere Menge von Mitteln (Knochenkohle) nothwendig macht, um denselben Grad der Reinigung zu erzielen, wie früher, oder dass mit denselben Mitteln bessere Producte gewonnen werden; 5) dass, wenn weniger Knochenkohle gebraucht wird, auch weniger ausgesüsst, daher weniger Süsswasser verdampft und auch weniger Kohle wiederbelebt zu werden braucht.

Die Rübenzuckerindustrie hat mit diesem Verfahren unstreitig einen grossen Schritt vorwärts gethan, und die Einführung desselben kann wohl nur durch commercielle Bedenken aufgeschoben oder gehindert werden.

Es handelt sich nämlich nicht allein um die Anlage, Umänderung dazu geeigneter Gefässe und die Beschaffung grösserer Kalkquantitäten, sondern es erfordern die letzteren auch eine bedeutende Menge Kohlensäure, und die dazu nöthigen Einrichtungen und Maschinen

sind immerhin kostspielig, da die Quantitäten des erforderlichen kohlensauren Gases so enorm sind. Wenn man bedenkt, dass das Gemisch von Gasen aus guten Kalköfen wohl selten 30 Proc. an reinem kohlensauren Gase enthält, oft aber auch 12 bis 16 Proc. (Kindler's) und selbst nur 6 bis 10 Proc. (aus Schornsteinen); so wird man staunen über die sehr variablen Mengen des Gasgemenges, die unter den verschiedenen Bedingungen in den Rübensaft befördert werden müssen.

Es ist daher sehr lobend anzuerkennen, dass Herr Dr. Weiler in Prag zuerst nicht nur die Aufmerksamkeit der Herren Fabrikanten auf diesen Punkt hinlenkte, sondern auch zugleich ein einfaches Instrument construirte, das dem Fabrikanten sicheren Aufschluss über den Kohlensäuregehalt zu geben im Stande ist*).

Dasselbe besteht aus einer an einem Ende zugeschmolzenen Glasröhre, die in ganze und viertel Cubikcentimeter getheilt ist. Wird dieselbe mit einer gesättigten Kochsalzlösung gefüllt und nach Verschluss mittelst eines Fingers in eine Schale, die ebenfalls mit Salzlösung gefüllt ist, derart untergetaucht, dass die Oeffnung der Röhre sich unter dem Niveau der Flüssigkeit befindet, und dann erst der Finger entfernt, so kann keine Luft in die Röhre dringen.

Wenn nun die zu prüfende Gasart mittelst eines Gummiballons aufgefangen und unter der Oeffnung der mit Salzlösung gefüllten Röhren (in der pneumatischen Wanne) behutsam geöffnet wird, so steigt das leichtere Gas in die Höhe und macht in demselben Verhältnisse die Salzlösung sinken, was man fortsetzt, bis die Flüssigkeit bis zum Nullpunkte der Theilung gesunken ist. Dann wird diese mit Gas gefüllte Glasröhre wieder mittelst eines Fingers geschlossen und mit diesem Ende in eine mit Aetzkalilauge gefüllte Schale getaucht. Nach dem Wegnehmen des Fingers**) tritt ein wenig Aetzkalilösung in die Röhre, absorbirt einen entsprechenden Theil der dort befindlichen Kohlensäure, und es dringt in Folge dieser Volumverminderung mehr Aetzkalilösung ein. Es ist sehr anzurathen, die Röhre dann, mit dem Finger verschlossen, herauszunehmen, die Lösung in der Röhre hinunterlaufen zu lassen und etwas zu schütteln. Durch wiederholtes Hineinstellen in die Aetzkalilösung und abermaliges Schütteln gelangt

*) Herr Dr. Weiler (Prag, 1444, II. Lindengasse), Chemiker des Vereins für Rübenindustrie in Oesterreich, versendet gegen billige Vergütung der Unkosten den zusammengestellten Apparat nebst Gebrauchsanweisung.

**) Man thut wohl, die Hand dann sogleich in einer bereitstehenden Schale mit Wasser abzuspülen, da die Kalilauge die Haut auflöst.

man zu der Sicherheit, dass, sobald die Flüssigkeit in der Röhre nicht mehr steigt, sämmtliche Kohlensäure absorbirt ist. Man liest dann nur den Stand der Flüssigkeit an der Röhre ab und erfährt damit das Volumen, welches die Kohlensäure vor der Absorption eingenommen hatte. Wenn die Röhre in 100 Cubikcentimeter getheilt, so erhält man direct Volumenprocente, war, wie gewöhnlich, die Röhre nur für 50 Cubikcentimeter kalibrirt, so multiplicirt man das Resultat mit 2, um vergleichende Volumenprocente für alle Fälle zu erhalten.

Je unreiner das Gasgemenge, desto bedeutender müssen die mechanischen Mittel sein, die nothwendig bedeutenderen Volumina desselben in den Saft zu bringen, und ebenso umgekehrt. Man bedient sich jetzt fast allgemein der Pumpen dazu, die durch eine besondere Dampfmaschine getrieben werden.

Beifolgende Zeichnungen (Fig. 187 und 188) versinnlichen die jetzt

Fig. 187.

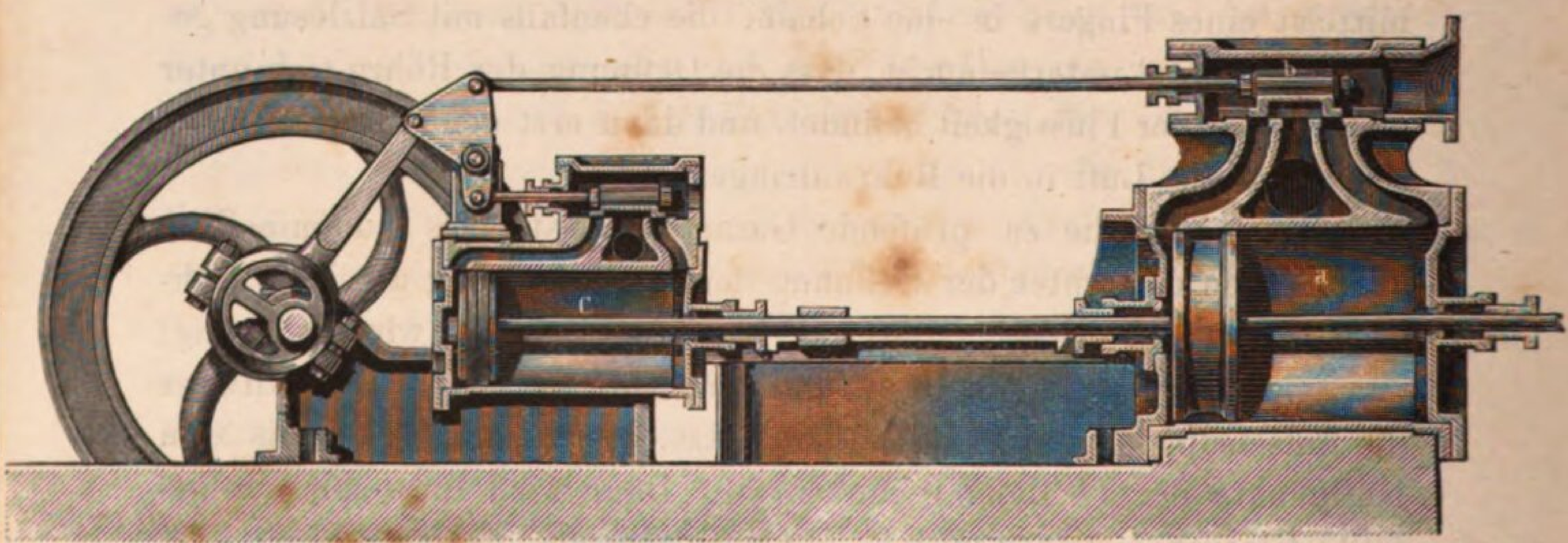
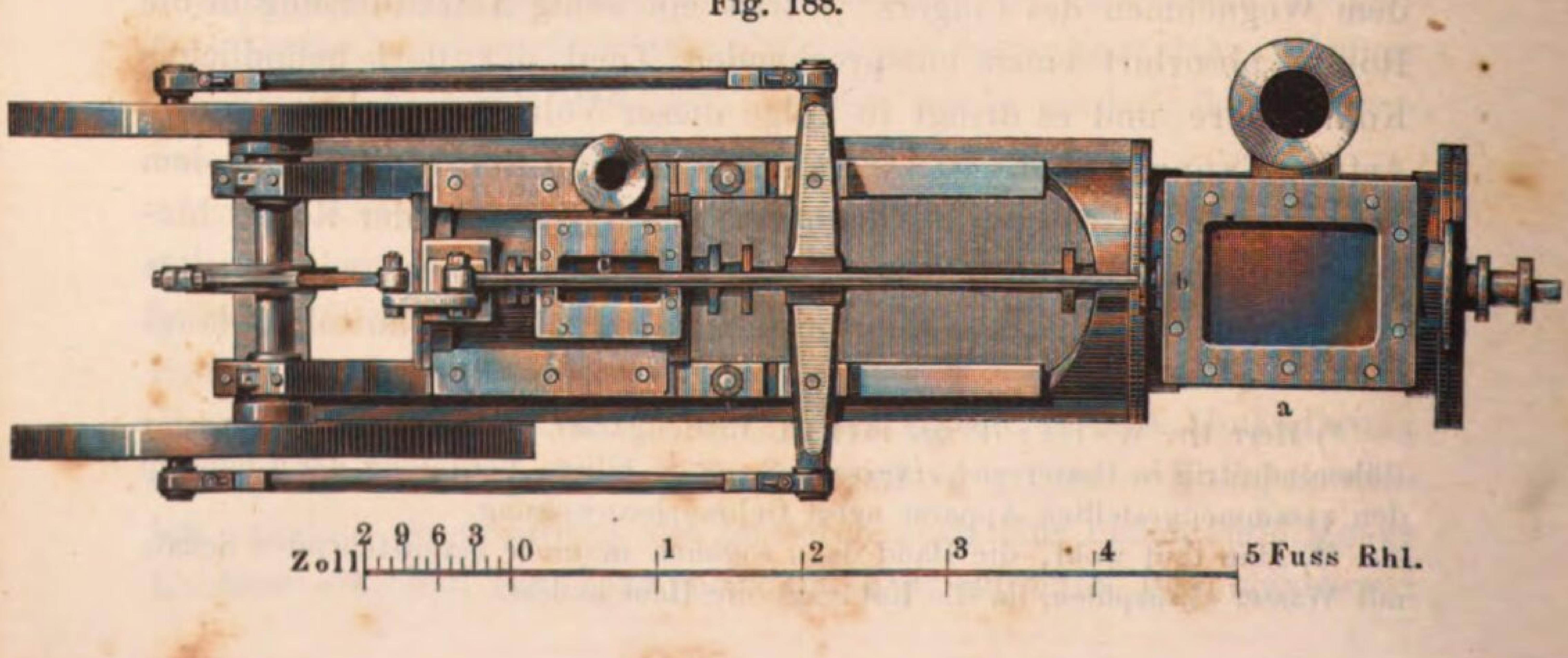


Fig. 188.



gebräuchlichen Kohlensäurepumpen nebst Maschine. *a* ist der Pumpencylinder, dessen Kolben das Gas aus dem Kohlensäureerzeuger ansaugt und in die Zuckerlösung treibt. Dieselben werden jetzt von 18″ bis 32″ Durchmesser angewendet. *b* ist ein Schieber, welcher die Stelle der früher gebräuchlichen Klappenventile vertritt. *c* ist der Dampfcylinder mit Zubehör zum Betriebe des Ganzen.

Jede Fabrik, die nun die neue Saturationsscheidung einführen will, ist genöthigt, eine solche Maschine anzuschaffen, welche nicht nur die Kaufsumme, sondern auch beständige Ausgaben für Schmiermaterial und Wartung erfordert. Ich erlaube mir daher, die Herren Fabrikanten und Ingenieure auf einen Versuch aufmerksam zu machen, den ich im Januar 1865 in Ulladofka (Südrussland) anstellte, und zu welchem mir die Idee während der Reise kam. Herr Galland hatte die grosse Gefälligkeit, mir seine Fabrik dazu sogleich zur Disposition zu stellen.

Die Idee ist nämlich die, das kohlensaure Gas anstatt mittelst der Pumpe durch den directen Dampfstrahl in die Zuckerlösung zu injiciren, ähnlich wie Giffard's Injector das Wasser in den Dampfkessel schafft. Ein solcher Apparat müsste sich durch grosse Billigkeit, Einfachheit und continuirliche Wirkung empfehlen. Der Dampf, „der dazu nöthig wäre", hätte nur den Uebelstand im Gefolge, den Saft zu verdünnen; sonst aber würde nicht mehr verbraucht als nöthig, um den Saft zu erwärmen, und zwar geschähe dies, weil durch directes Einströmen, auch sehr vortheilhaft. Der zum Treiben der Maschine nöthige Dampf würde gespart werden.

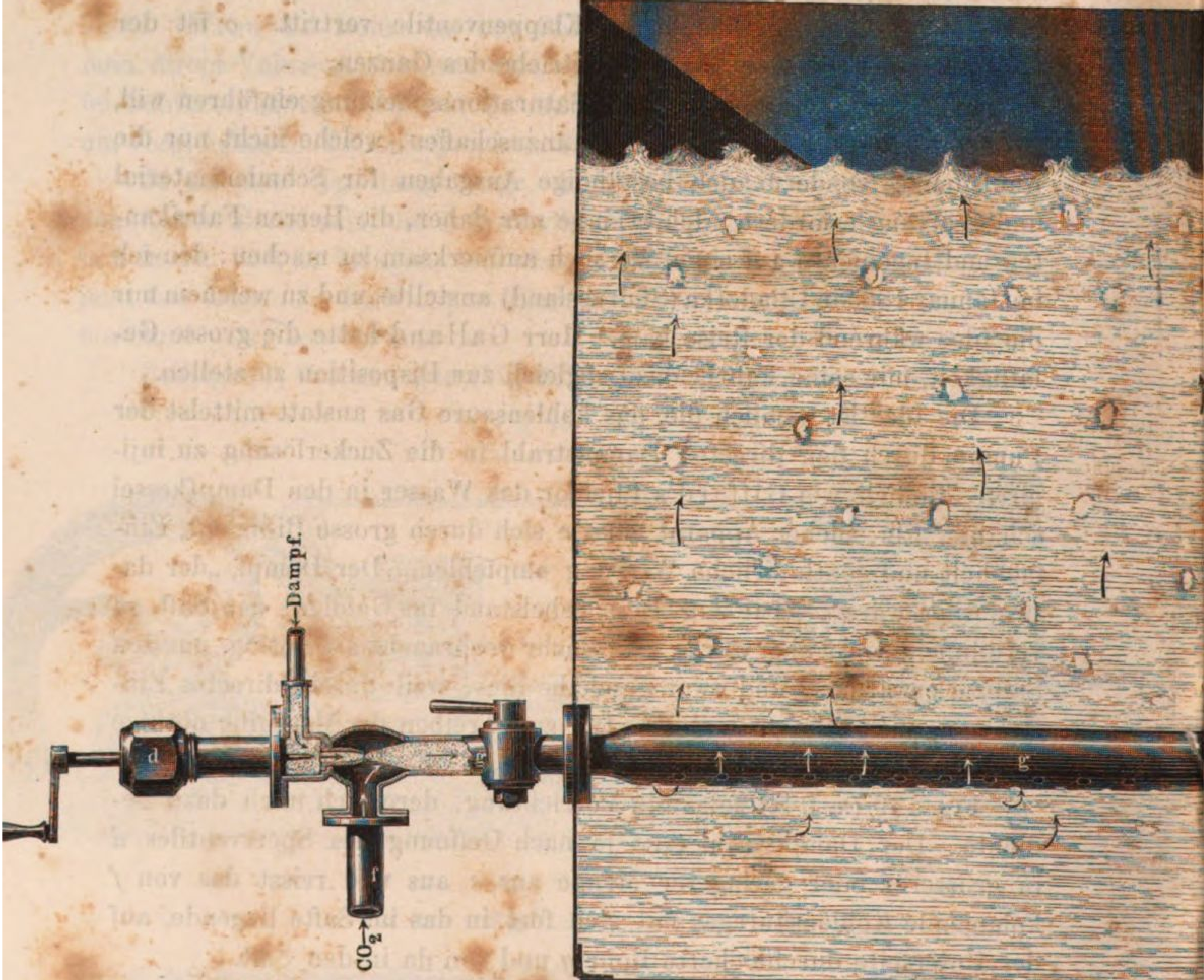
Fig. 189 (a. f. S.) zeigt die Vorrichtung, deren ich mich dazu bediente. Der Dampfstrahl tritt je nach Oeffnung des Sperrventiles *d* in grösserer oder geringerer Menge aus *e* aus und reisst das von *f* kommende Kohlensäuregas mit sich fort in das im Safte liegende, auf der Unterseite durchlöcherte Rohr *g* und von da in den Saft.

Bei der Probe wurde der Saft dadurch von 36 bis 70° erwärmt und eine nicht ganz vollständige Kalkfällung damit erzielt binnen einer halben Stunde. Je kälter der Saft, desto gleichmässiger geht das Einströmen vor sich; bei 70° geht nur wenig Gas mit in den Saft.

Wenn die früher gebräuchlichen kleinen Gaspumpen zur endlichen vollständigen Ausfällung des Kalkes benutzt würden, dürfte der Fabrikant durch einen solchen Injector die Anlage einer neuen Maschine ersparen können.

Da das Verfahren der Saturationsscheidung erst durch die leichte Schlammverarbeitung in solcher Ausdehnung praktisch möglich gewor-

Fig. 189.



den ist, so wollen wir hier zugleich diesen neuen Fortschritt der Industrie, nämlich Einrichtung der mechanischen Schlammfilter, näher besprechen. Man nennt dieselben häufig Schlammpressen, doch ist dies durchaus nicht der richtige Ausdruck, denn diese Maschinen dienen nur dazu, die fest ausgeschiedenen Theile des Saftes als Rückstand zurückzuhalten und den Saft davon klar filtrirt auslaufen zu lassen. Der Druck wird aber in dem Saftheber (Montejus) mittelst Dampf ausgeübt.

Diese Art Schlammfilter wurden früher in England (wo sie von Needham Kite in der grossen Ausstellung zu London 1862 ausgestellt und unter Classe VIII. Western Annex im Official Illustrated Catalogue of the International Exhibition, London 1862 abgebildet sind) vielfach in Brauereien, Oelraffinerien, Porzellanfabriken und anderen gewerblichen Etablissements angewendet, wenn auch noch von Holz sehr unvollkommen construirt, da die Flüssigkeiten noch mittelst Pumpen in die Filter gedrückt wurden.

Die grosse Verwendbarkeit derartiger mechanischer Fachfilter für die Zwecke der Rübenzuckerfabrikation, nämlich zur Trennung des klaren Saftes von allen mechanischen Beimengungen, Ausscheidungen etc., leuchtete so vielen Köpfen ein, dass wir jetzt sehr viele verschiedenartige Constructionen derselben besitzen, die in ihrer Zusammenstellung ein recht interessantes Bild des Fortschrittes neuerer Zeit geben. Es würde indessen zu weit führen und dem Zwecke dieses Werkes nicht angemessen sein, alle diese Constructionen zu erörtern. Deshalb will ich, indem ich mit grösster Bereitwilligkeit anerkenne, dass namentlich Herr Daneck zuerst*) mit bedeutenden Vervollkommnungen die eisernen Fachfilter der Oeffentlichkeit übergab, und Herr Trinks andererseits wesentliche Verbesserungen daran anbrachte, mir erlauben, hier nur die neueste, ganz selbstthätige Construction derselben zu beschreiben.

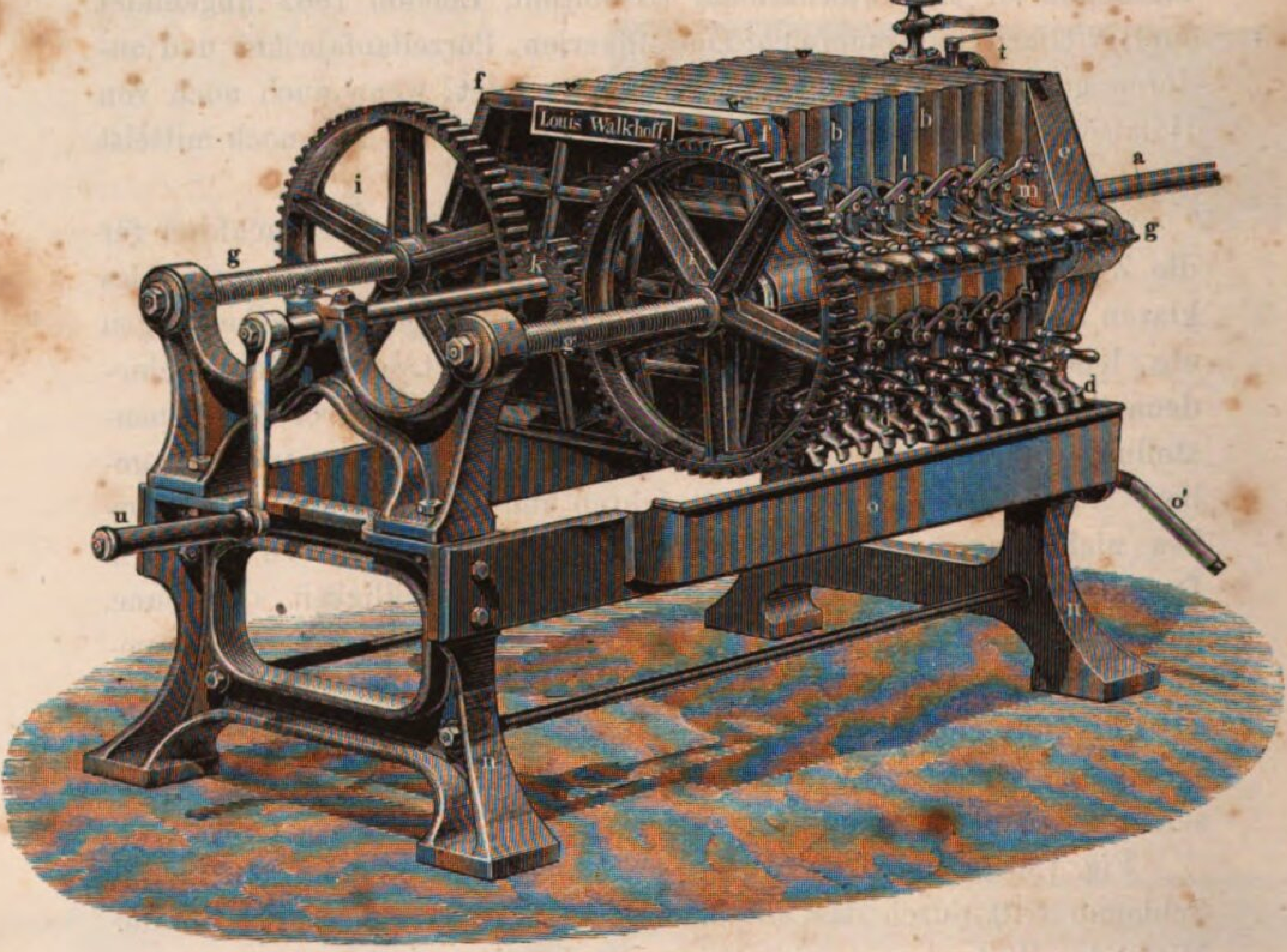
Fig. 190 (a. f. S.) zeigt dieselbe im arbeitsfähigen Zustande. Der Schlamm tritt durch das mit einem Hahne versehene Rohr *a* in der Mitte des Hinterdeckels ein und vertheilt sich von hier aus zwischen den verschiedenen Platten *b b*. Dieselben sind mit Sieben bedeckt, über denen noch ein doppeltes Tuch befestigt ist; der klare Saft tritt nun durch das Tuch und Sieb, um durch die Hähne *d* in die Rinne *o* und von da durch das Rohr *o'* auszufliessen, während die festen Theile zwischen den einzelnen Platten *b b* zurückgehalten werden.

Die Kopfhinterplatte *e* ist mit der Vorderplatte *f* durch zwei Schrauben *g g* verbunden, die beiden darauf sich bewegenden Muttern *h h* wurden sonst gewöhnlich mit der Hand angezogen, wobei es fast

*) Die Herren Riedel und Kemnitz waren nur Agenten für Herrn Daneck im Zollvereine, List wieder Agent der Herren Riedel und Kemnitz für Russland; die durch jene Herren vertretenen Pressen entleeren sich nicht von selbst und können heute als ein überwundener Standpunkt angesehen werden. Sie sind nur insofern interessant, als sie die Uebergangsstufe zu besseren Constructionen bildeten.

unvermeidlich war, dass die eine oder die andere Mutter stärker angezogen wurde, wodurch eine ungleichförmige Anspannung der End-

Fig. 190.

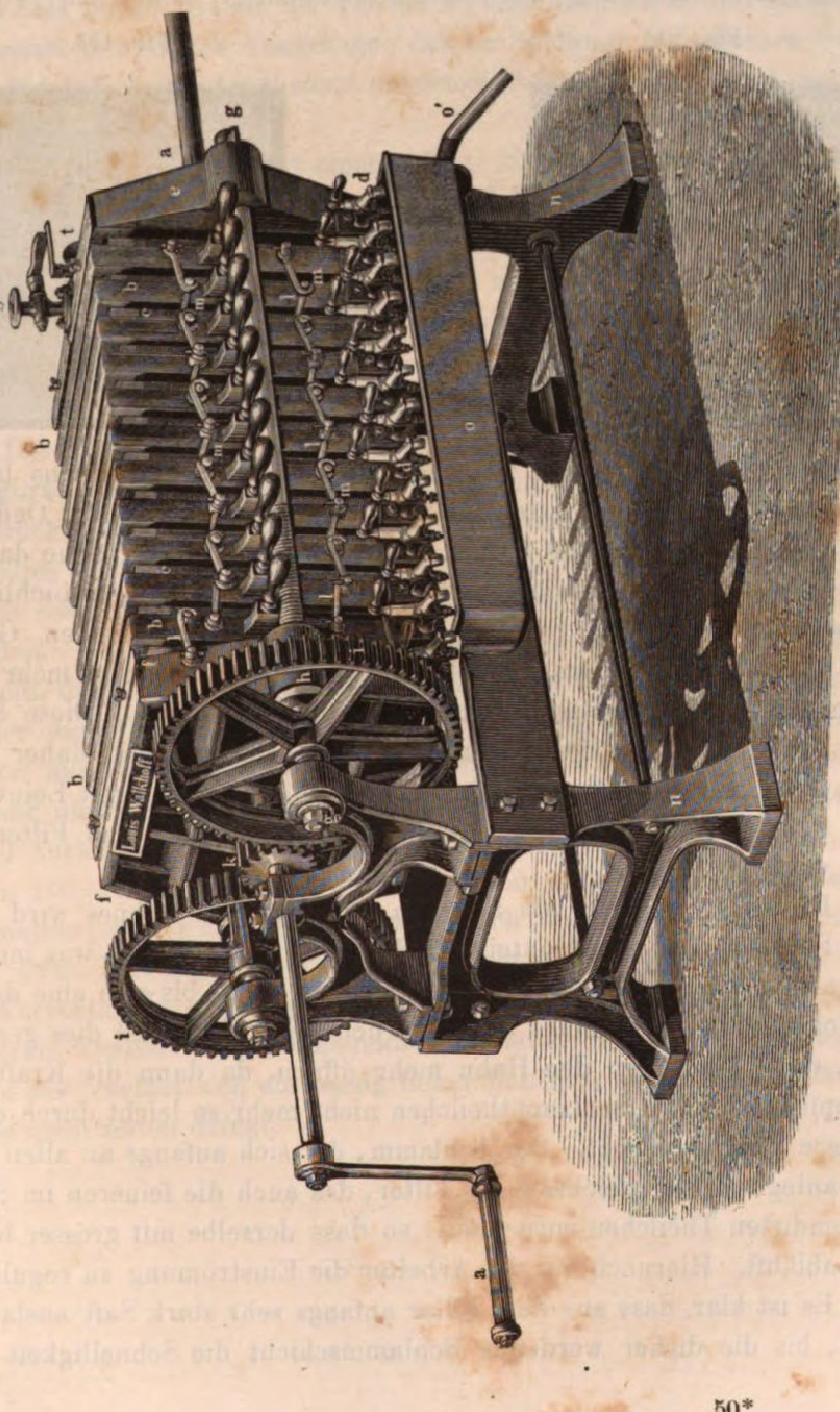


platten entstand, und nicht selten eine derselben sprang. Ich habe deshalb auf den Muttern die Zahnräder *i i* angebracht, welche, durch ein mittleres Getriebe *k* in Bewegung gesetzt, sich stets gleichmässig zu- und aufschrauben müssen. Die Zahnräder greifen in einen Vorsprung der Vorderplatte *f* derart ein, dass beim Aufdrehen der Presse mit den Muttern *i h* sich auch die Vorderplatte *f* mit vorzieht.

Die an derselben und den Zwischenplatten *b* angebrachten Haken *l* greifen über die Stifte *m* jeder nächstfolgenden Platte und ziehen dadurch die Zwischenplatten *b* alle auseinander (wie in Fig. 191), worauf die festen Rückstände nach beendeter Operation durch Anrühren mit einem Holzstäbchen leicht zwischen den geöffneten Platten *b b* herausfallen, wonach durch Drehen der Kurbel *u* die Presse wieder geschlossen und also geschickt gemacht wird zur Aufnahme einer neuen Saft- und Schlammmenge. Die ganze Presse ruht solide auf dem Stative *n*.

Die Construction der Zwischenplatten ist aus Fig. 192 ersichtlich. Dieselbe zeigt den Gusseisenrahmen mit den hervorstehenden Rippen *p*, welche zwischen sich Canäle lassen, um den filtrirten Saft nach der

Fig. 191.



unteren Rinne *q*, und von da durch den Hahn *d* abzuleiten. *a'* ist die Oeffnung, welche mit denen der anderen Platten als Fortsetzung des Rohres *a* einen Canal bildet, durch welchen der Schlamm in alle Zwischenplatten vertheilt wird. *v* bildet den Canal für Wasser und Dampf, falls man noch auszusüssen beabsichtigt. Das Sieb, welches

Fig. 192.

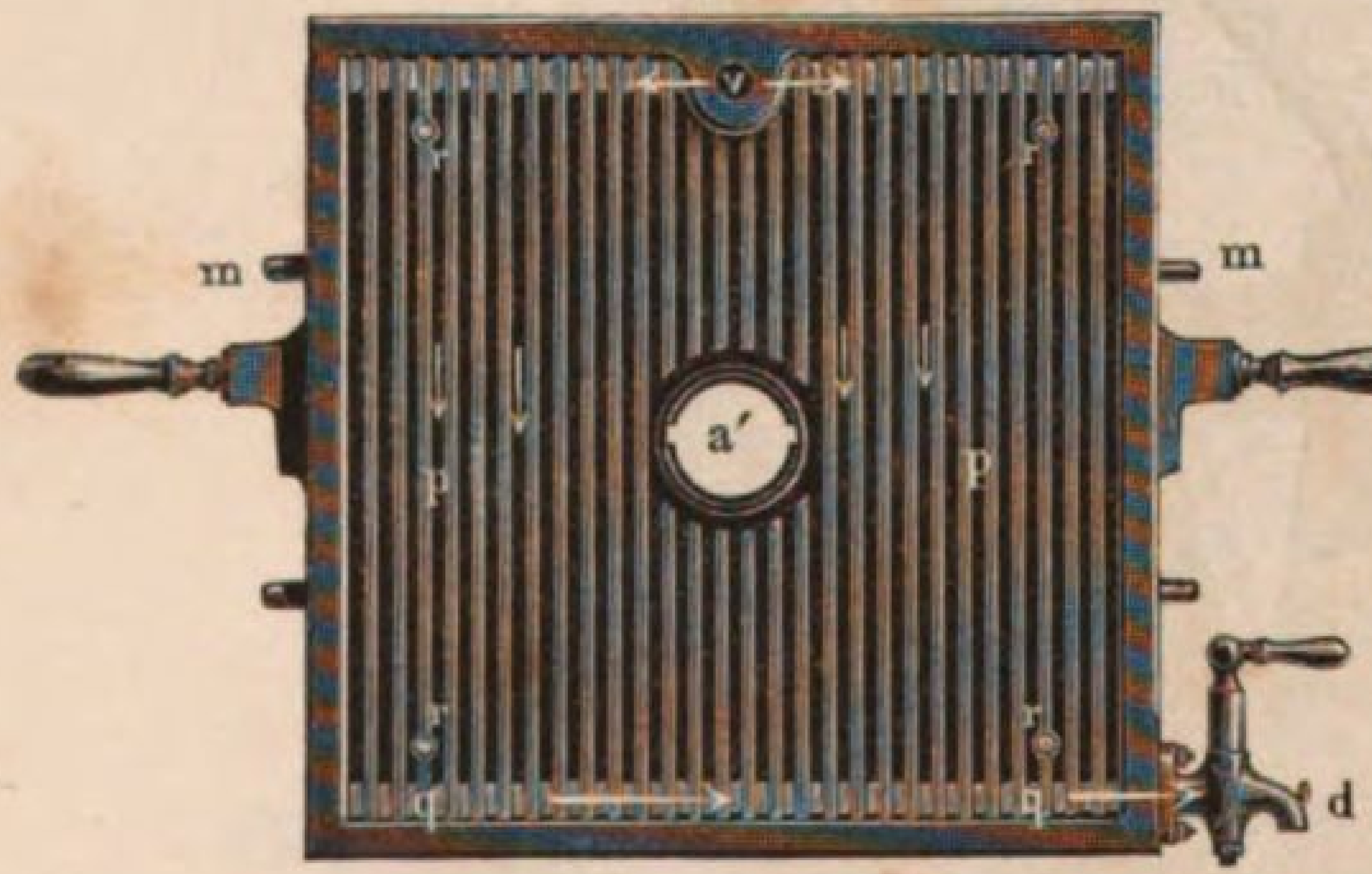
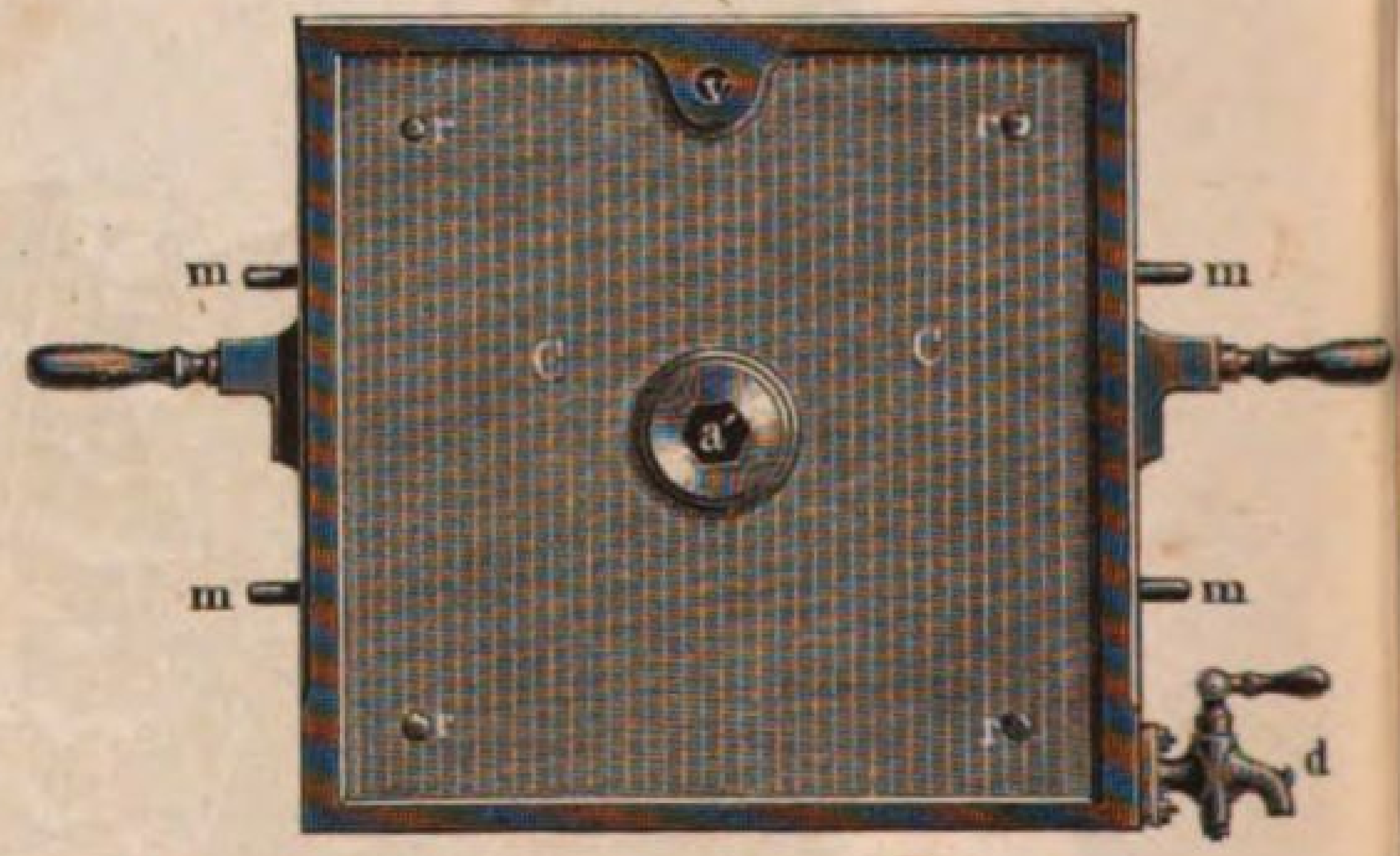


Fig. 193.



über die Rippen *p* gelegt ist, besteht hier sehr rationell aus lauter Querdrähten, die einen festen Halt bilden, und doch sehr viel Oeffnungen zum Durchlassen des Saftes, also sehr grosse Filterfläche darbieten. Dies ist den gewöhnlichen in den Centrifugen gebräuchlichen Sieben seiner grösseren Solidität wegen bedeutend vorzuziehen. Gegen eine durchlöcherte Eisenplatte bietet es den Vortheil von mehr und gleichmässiger vertheilten Oeffnungen zum Saftabflusse. Diese Siebe sind sehr solide mit vier Schrauben bei *r* befestigt, und daher auch leicht abzunehmen und zu reinigen. Fig. 193 zeigt eine mit Leinwand und Sieb *C* belegte Zwischenplatte, so wie solche in den Filter gelegt wird.

Durch Oeffnen des am Rohre *a* angebrachten Hahnes wird Saft und Schlamm aus dem Montejus in dieses Filter gedrückt, was im Anfange sehr behutsam und langsam geschehen muss, bis sich eine dünne Schicht festen Schlammes auf das Tuch gelegt hat. Ist dies geschehen, dann kann man den Hahn mehr öffnen, da dann die Kraft des Dampfes die feinen Schlammtheilchen nicht mehr so leicht durch diese dickere Schicht drückt. Der Schlamm, der sich anfangs an allen Seiten anlegt, bildet gleichsam ein Filter, das auch die feineren im Safte suspendirten Theilchen zurückhält, so dass derselbe mit grosser Klarheit abläuft. Hiernach hat der Arbeiter die Einströmung zu reguliren.

Es ist klar, dass aus dem Filter anfangs sehr stark Saft auslaufen wird, bis die dicker werdende Schlammschicht die Schnelligkeit des

Durchdringens und des Abflusses mehr und mehr vermindert. Durch Aufhören des Abflusses (es findet endlich nur ein Abtröpfeln statt) wird der Punkt angezeigt, wo das Filter ganz mit Schlamm gefüllt ist. Man schliesst dann den Hahn des Rohres *a* und öffnet entweder gleich das Filter durch Drehen der Kurbel *u*, oder man sucht erst noch „absüssen", d. h. durch Verdrängen des im Schlamm befindlichen Saftes den dadurch bedingten, sonst unvermeidlichen Zuckerverlust zu vermindern.

Der Hahn *s* steht mit einem 12 bis 20′ höher stehenden Wasserreservoire, einem Injector, oder dem Wasserraume des Dampfkessels in Verbindung. Durch Oeffnen desselben tritt Wasser ein, vertheilt sich in jeder zweiten Zwischenplatte *b* oder zwischen den Rippen *p*, und da der Hahn *d* dieser Platten geschlossen wird, so ist es genöthigt, seitlich durch den Schlammkuchen zu dringen, resp. den darin befindlichen Saft vor sich herzudrängen.

Der Hahn *s* wird nach vollendetem Absüssen geschlossen und dafür durch *t* Dampf eingelassen, welcher nun wieder das Wasser herausdrückt, die Schlammrückstände daher trockener zurücklässt, als es ohnedies der Fall wäre. Es wurde früher vielfach behauptet, dass durch dies Verdrängen (Aussüssen) viel Salze mit in den Saft geführt würden. Es hat sich aber durch analytische Bestimmungen herausgestellt, dass das Verhältniss zwischen Zucker und Kalk, resp. Alkalien immer dasselbe bleibt, z. B. in allen Fällen 1,13 Theile Kalk und Alkalien auf 100 Theile Zucker kommen sowohl im Safte, als auch im Anfang und am Ende der Aussüssoperation. Dagegen wird ein grosser Theil Zucker aus dem Schlamme durch das Absüssen gewonnen, und wenn 100 Theile Schlamm ohne Absüssen z. B. noch 4 Proc. Zucker enthielten, so würde dieser Gehalt durch Wasser und Dampf bis auf 1,07 Proc. Zuckergehalt pro 100 Schlamm reducirt, oder auf 0,8 Proc. Zuckerverlust pro 100 Rübe. Dies Resultat ist wenigstens in den unteren Theilen des Schlammkuchens leicht zu erreichen, während oben der Verlust sich ein wenig höher beziffern dürfte, da das Wasser stets nach unten dringt.

Verschiedene Vorschläge zur Behandlung der Säfte.

Mittel, welche die Alkalien und den Kalk unschädlich machen oder eliminiren sollen.

Nachdem wir in den vorigen Abschnitten die gebräuchlichsten Methoden, sowohl der Saftgewinnung als auch der Behandlung der Säfte, betrachtet haben, dürfte es von Interesse sein, auch die vielfach vorgeschlagenen, aber bisher noch nicht praktisch durchgeführten Methoden näher zu besprechen.

Den Methoden der ersten Operation der Saftgewinnung, deren Arbeiten hauptsächlich in das Gebiet der Mechanik gehören, wäre hier nur noch hinzuzufügen, dass bis jetzt die Saftgewinnung mittelst Walzenpressen noch einer praktischen Lösung dieses so rationellen Principes entgegensieht, und dass die Versuche, mittelst atmosphärischer oder ihres Sauerstoffes beraubter Luft den Saft von dem Faserstoffe erfolgreich zu trennen, noch nicht im Grossen verwirklicht sind. Die Methoden der zweiten Operation, der Verarbeitung des Saftes auf Zucker, welche meistens in das Gebiet der Chemie gehören, sind in den früheren Capiteln ebenfalls ausführlich behandelt. Der Zweck der folgenden Betrachtungen wird daher sein, zu zeigen, auf wie verschiedenen Wegen man bemüht war, das Ziel einer möglichst vollstän-

digen Reinigung der Säfte behuf Erzielung von mehr und besserem Zucker zu erreichen.

Die fremden Beimengungen, welche in den Rübensäften den Zucker begleiten, sind bekanntlich theils organischer, theils unorganischer Natur, welche letzteren hauptsächlich aus Alkalisalzen (Kali und Natron) bestehen. Jede Methode, welche eine vollständige Reinigung der Rübensäfte bezweckt, sollte also eigentlich die Stoffe dieser beiden Gattungen gänzlich aus dem Safte zu entfernen suchen, und wir wollen nun sehen, bis zu welchem Grade die vielen vorgeschlagenen Verfahren diesem Ziele nahe kommen. Da jedoch die wirkliche und vollständige Ausscheidung dieser Substanzen mehr oder weniger grosse, bis jetzt theilweise unüberwindliche Schwierigkeiten darbot, so hat man sich bemüht, dieselben in den Säften theilweise in andere, weniger schädliche Verbindungen überzuführen, um auf diese Weise mehr oder besseren Zucker zu gewinnen. Die Vorschläge letzterer Art sind also nur als Palliativmittel zu betrachten, durch welche man Schwierigkeiten zu umgehen sucht, die sich noch nicht vollständig beseitigen lassen.

Einer der ältesten Vorschläge in dieser Richtung ist unstreitig die Ueberführung der durch die Scheidung des Saftes freiwerdenden ätzenden Alkalien in salzsaure Verbindungen.

Dieser Vorschlag stützt sich darauf, dass das Chlorkalium weniger schädlich auf den Zucker einwirkt, oder dessen Krystallisation weniger beeinträchtigt, als das Aetzkali.

Ein einfacher Versuch im Kleinen wird im Stande sein, Jedermann davon zu überzeugen. Setzt man zu einer Lösung von 10 Theilen feinster Raffinade in destillirtem Wasser 1 Theil Aetzkali, so nimmt dieselbe schon bei gewöhnlicher Temperatur (noch mehr aber in der Hitze) der Luft ausgesetzt eine gelbe, der Melasse ähnliche Farbe an. Bei der freiwilligen Verdunstung des Wassers erscheinen nur allmälig einige schwache Anfänge verkümmerter Krystallbildung. Es hindert also 1 Theil Aetzkali ungefähr 10 Theile Zucker an der Krystallisation.

Setzt man nun in einer anderen Schale zu einer Lösung von ebenfalls 10 Theilen Raffinade in destillirtem Wasser ebenfalls einen Theil Aetzkali zu, den man jedoch sogleich mittelst Salzsäure genau neutralisirt, so wird die Farbe der Zuckerlösung heller bleiben, und nach Verdunstung der grössten Menge des Wassers werden eine Menge grosser kräftiger Zuckerkrystalle anschiessen, die ungefähr fünf

Theile und mehr betragen. Demnach würde 1 Theil Aetzkali in Chlorkalium verwandelt nur circa 5 Theile Zucker praktisch ungerinnbar machen. Nach Siemens (Muspratt's Chemie S. 15) verhindert 1 Theil Kochsalz mindestens die dreifache Menge Zucker am Krystallisiren. Nach N. Basset (Guide pratique du fabricant du sucre S. 33) würden 14,592 Theile Chlorure de sodium 85,408 Theile Zucker, und 17,918 Theile Chlorure de potassium 82,082 Theile Zucker ebenfalls praktisch ungewinnbar machen.

Danach könnte es scheinen, dass die Ueberführung der Alkalien in Chloralkalien jedenfalls von praktischem Nutzen begleitet sei; allein einige Uebelstände verhindern, dieses Resultat in der Praxis zu erreichen. Zunächst ist es nicht gut ausführbar, alle Alkalien in Chloralkalien überzuführen. Michaelis empfiehlt sogar, nur etwa die Hälfte derselben so umzuwandeln, nämlich 1,165 bis 2,946 Theile auf 1000 Theile Saft (Vereinsschrift für Rübenzuckerindustrie, 39. Lieferung, S. 254), wodurch auch nur der halbe erzielbare Vortheil erreicht würde. Zweitens und hauptsächlich haben aber die Chloralkalien den Uebelstand im Gefolge, dass sie von der Knochenkohle nicht absorbirt werden (siehe unten: Verhalten der Knochenkohle gegen Alkalisalze), mithin auch aus der Zuckerlösung nicht mehr entfernt werden können, während von den ätzenden Alkalien 30 Proc. durch die Knochenkohle wirklich abgeschieden werden. Dieser letztere Umstand spricht entschieden zum Nachtheile der Anwendung des Chlorcalciums behufs der Umwandlung der Alkalien in Chloride, so dass es fast unbegreiflich ist, dass bei den so grossartigen Analysen und umfassenden Arbeiten, wodurch Michaelis das Vortheilhafte dieses Verfahrens beweisen wollte, die Absorptionsfähigkeit ganz vernachlässigt wurde.

Die Anwendung des Chlorcalciums als Läuterungsmittel empfahl übrigens schon im Jahre 1837 Herr Professor Balling in den ökonomischen Neuigkeiten und Verhandlungen zu Prag, Nr. 33, und erschien als Abdruck in Böhmens Rübenzuckerfabrikation in der Campagne 1857/58, S. 86 bis 88. Michaelis veröffentlichte seine Arbeiten darüber erst in den 1850er Jahren. Das Prioritätsrecht der Erfindung gebührt also dem Ersteren, obschon das Verfahren ganz allgemein des Letzteren Namen trägt, da dieser dasselbe durch seine Arbeiten zu allgemeinerer Kenntniss brachte.

Die praktische Ausführung des Verfahrens ist ausserordentlich einfach. Es wird das Chlorcalcium dem zu scheidenden Safte vor dem Zusatze des Kalkes zugefügt, tüchtig umgerührt und dann wie ge-

wöhnlich geschieden. In Buckau nahm man zu 800 Quart (= 1900 Pfd.) Saft 3,5 Pfd. Chlorcalcium neben 17 bis 20 Pfd. Kalk. Die angewandten Mengen schwanken zwischen 1,165 und 2,946 Theile auf 1000 Theile Saft. Ich glaube jedoch die Beobachtung gemacht zu haben, dass bei der Zugabe von 2 pro Mille und mehr beim Kochen auf offenem Feuer leicht ein Anbrennen des Saftes stattfindet. Der praktische Fabrikant muss sich daher für seine Verhältnisse die passendste Quantität Chlorcalcium auswählen, da eine grössere Menge den Schlammrückstand sehr dünnflüssig macht. Indessen geschieht die Abscheidung in dichten Flocken bei der richtigen Menge Chlorcalcium sehr rasch, die geschiedenen Säfte sind sehr hell und enthalten weniger organische Substanzen aufgelöst, als bei der gewöhnlichen Scheidung, da die Alkalien nicht mehr als ätzende vorhanden sind, also manche eiweissartigen Stoffe nicht mehr in Auflösung erhalten. Obschon bei Anwendung des Chlorcalciums mehr dünnflüssiger Schlamm als bei der gewöhnlichen Scheidung resultirt, so ist doch nicht mehr an festen Rückständen zu erwarten. Bei Versuchen in Königsaal im Jahre 1858 erhielt ich von 2102 Pfd. Saft durchschnittlich 68,82 Pfd. Schlamm von der Scheidung mit Chlorcalcium, während 74,57 Pfd. Rückstand das Resultat der gewöhnlichen Scheidung waren.

Wenn man nun Chlorcalcium anwenden will, so scheint es mir vortheilhafter, dasselbe schon auf der Reibe zuzusetzen, anstatt in den Scheidepfannen. Das Chlorcalcium zerlegt nämlich die pflanzensauren Alkalisalze dergestalt, dass sich Chloralkalien bilden, während die Pflanzensäuren sich mit dem Kalk verbinden, und in dieser Verbindung als unlöslich gefällt werden, weshalb denn auch bei dem Zusatze desselben zum frischen Rübensafte ein bedeutender weisser Niederschlag entsteht. Von diesem weissen Niederschlage könnte der Saft demnach schon in dem Presslocale durch Absetzenlassen getrennt werden, so dass schon ein reinerer Saft zur Läuterung gelangen würde.

Eine andere Verbindung des Chlors, das Chloraluminium, ist 1859 von L. C. Siemens und E. Breunlin zur Läuterung vorgeschlagen. Beide Herren arbeiteten zunächst mit Rübenmelassen, und erhielten bei der Anwendung von Chloraluminium auffallend günstige Resultate hinsichtlich der Reinigung und Entfärbung, so dass sie sich dadurch veranlasst sahen, diese Verbindung sogleich bei der Läuterung der Säfte in Anwendung zu bringen.

Die Eigenschaft der frisch gefällten Thonerde, mit gewissen Farb-

stoffen unlösliche Verbindungen einzugehen, ist bekannt; es liess sich daher wohl voraussetzen, dass das Chloraluminium die Wirkung des Thonerdehydrates mit der neutralisirenden des Chlorcalciums vereinigen würde. Die Erfinder haben auch ihr Verfahren in der Zuckerfabrik zu Wodolka in Böhmen in jenen Jahren praktisch ausgeführt. Sie geben an, dass die Erscheinungen bei der Scheidung ähnlich denen sind, wie bei Anwendung von Chlorcalcium; der Schlamm sei dünnflockig und setze sich leicht zu Boden. Der klare Saft wird dann mit Kalk gekocht, wobei ein etwaiger Ueberschuss von Chloraluminium vollständig zersetzt würde. Das sich ausscheidende Thonerdehydrat reisst den Farbstoff, die Pectinsäure und ähnliche Körper mit nieder, und soll in Folge dessen den Geschmack des Productes wesentlich verbessern (?).

Wie schon bei Michaelis' Verfahren erwähnt wurde, ist ein Chlormetall durchaus nicht geeignet zur Anwendung, da die entstehenden Chloralkalien sich nicht aus dem Safte entfernen lassen. Ob das Thonerdehydrat wirklich die gerühmte Wirkung hat, dürfte bei der Zusammensetzung der Rübensäfte noch sehr zu bezweifeln sein.

Von allen Säuren, die oder deren Salze für die Rübenzuckerfabrikation anwendbar erscheinen, dürfte die Phosphorsäure bei richtiger Anwendung am meisten versprechen. Um dieselbe in anwendbarer Form zu erhalten, digerirt man schwarz- oder weissgebranntes Knochenpulver mit verdünnter Schwefelsäure, wobei letztere mit einem Theile des Kalkes der Knochenerde schwer löslichen, schwefelsauren Kalk (Gyps) bildet, während saurer phosphorsaurer Kalk in die Lösung geht, welche durch Leinwand geseiht, benutzt werden kann.

Der saure phosphorsaure Kalk wurde früher allgemein nur angewendet, um aus dem geschiedenen Safte einen Ueberschuss von Kalk zu entfernen, indem sich beide zu unlöslichem, basisch phosphorsaurem Kalk vereinigen, der sich in sehr voluminösen Niederschlägen absetzt, und dabei einen Theil der Farbstoffe und vielleicht auch einige andere organische Verbindungen aus den Säften mit niederreisst. Wenigstens sind die durch Phosphorsäure entkalkten Säfte reiner und heller, als die nach der gewöhnlichen Methode behandelten.

Dieser Gebrauch des sauren, phosphorsauren Kalkes ist jedoch heute durch die Anwendung der billigeren Kohlensäure überflüssig gemacht, doch hat die Phosphorsäure andere sehr schätzenswerthe Eigenschaften, welche sie für die Zuckerfabrikation nicht unwichtig erscheinen lassen, nur muss man, da ein Ueberschuss an Phosphor-

säure schädlich auf den Zucker einwirkt, sich stets sorgfältig in Acht nehmen, nicht zu viel von dem sauren phosphorsauren Kalke zuzusetzen.

Die schätzenswerthe Eigenschaft der Phosphorsäure besteht darin, dass sie weit vollkommener als irgend eine andere Säure den schädlichen Einfluss der ätzenden Alkalien auf die Krystallisationsfähigkeit des Zuckers aufhebt, wenn diese in phosphorsaure Alkalien übergeführt werden. Bereits S. 594 ist angeführt, dass schon bei einem Versuch im Kleinen das phosphorsaure Kali den Zucker nicht am Krystallisiren hindert. Ausserdem ist wohl zu beachten, dass der Geschmack dieses auskrystallisirten Zuckers sehr angenehm ist, während äquivalente Mengen Aetzkali oder selbst Chlorkalium dem Zucker einen kratzenden, unangenehmen Geschmack ertheilen. Diese beiden Eigenschaften sind also bei der Darstellung von Zucker, dessen ganzer Werth durch eine reine Süsse bedingt wird, von besonderer Wichtigkeit. In Betreff der Art der Anwendung erscheint es am besten, die Phosphorsäure nach der Fällung des Kalkes mittelst Kohlensäure (Saturation) zuzusetzen, bis wenigstens der grösste Theil des Kali und Natron neutralisirt ist.

Schon Kuhlmann bemühte sich vor vielen Jahren, die Alkalien in diese unschädliche Verbindung überzuführen, und stellte zu diesem Zwecke viele Versuche an. Er erhielt die besten Resultate bei der Anwendung des phosphorsauren Ammoniaks, und führte an, dass 1 Proc. dieses Salzes den bei der Saturation in den Säften zurückgebliebenen Kalk sogleich niederschlug und die Flüssigkeit merklich entfärbte. Das Abdampfen und Verkochen ging leichter von Statten und der unangenehme Rübengeschmack war gänzlich verschwunden.

Im Grossen wurden auf 1200 Litre 1 Kilogramm phosphorsaures Ammoniak gleich nach beendigtem Einströmen der Kohlensäure zugesetzt; der niederfallende phosphorsaure Kalk vermengte sich mit dem Niederschlage von kohlensaurem Kalk, so dass gar keine praktischen Beschwerlichkeiten dadurch entstanden.

Die Resultate Kuhlmann's scheinen nach diesen Angaben einer weiteren Prüfung werth zu sein; zwar müsste das Verhältniss des zuzusetzenden Ammoniaksalzes je nach den im Safte enthaltenen Mengen von Kali und Natron sich ändern, welche jedoch durch eine einfache alkalimetrische Prüfung des saturirten Saftes fast augenblicklich genau zu bestimmen wären.

Man könnte auch nach Beendigung dieser alkalimetrischen Be-

stimmung den grössten Theil der Phosphorsäure in Form des sauren phosphorsauren Kalkes zufügen und den Rest der Alkalien entweder ganz unneutralisirt lassen, oder sich nur zur Vollendung der Operation des phosphorsauren Ammoniaks bedienen, weil letzteres theurer zu stehen kommt. Je mehr man sich durch praktische Versuche überzeugt, wie unschädlich die phosphorsauren Alkalien auf Farbe, Geschmack und Krystallisationsfähigkeit des Zuckers sind, eine desto sorgfältigere Beachtung wird man diesem Verfahren schenken.

Einen Uebelstand hat dies Verfahren jedoch, nämlich, dass durch die Ueberführung der ätzenden Alkalien in phosphorsaure Salze zugleich aus dem Rübensafte der Kalk vollständig entfernt wird, von dem derselbe auf dem Wege durch die Fabrikation stets eine kleine Menge enthalten muss, um vor dem Verderben (Sauerwerden etc.) geschützt zu sein.

In der noch nicht überwundenen Schwierigkeit, diese Klippe zu umgehen, scheint mir der Grund des Misslingens der bisherigen Versuche über die Anwendbarkeit der Phosphorsäure zu liegen. Dies dürfte auch die Erklärung der Erscheinung sein, dass die Nachproducte aus den mit Phosphorsäure behandelten Säften oft dem Schimmeln ausgesetzt waren. Was früher jedoch unmöglich war, wird es für die Zukunft nicht bleiben. Man wird Mittel finden, ihre Anwendung praktisch zu ermöglichen, indem man z. B. entweder die organischen Säuren und ähnliche Stoffe aus den Säften vorher entfernt, oder ein anderes Mittel als den Kalk aufsucht, um die Säfte zu conserviren. Ist dieses gelungen, so verspricht die Anwendung der phosphorsauren Thonerde nach der Saturation des Kalkes mittelst Kohlensäure die besten Erfolge.

Auf die Anwendung der Phosphorsäure gründet sich ebenfalls das dem Herrn Colette in London patentirte Verfahren, welches Herr Pfeifer in Cöln praktisch auszuführen versucht hat. Der Rübensaft sollte nach demselben mit der gewöhnlichen Menge Kalk (0,3 bis 0,4 ?) geläutert und mit saurem phosphorsauren Kalke nicht ganz (bis 0,2 Alkalinität z. B.) neutralisirt werden. Dazu sollte man auf 100 Quart Rübensaft ungefähr 3 Quart (also 3 Proc.) einer Lösung von saurem phosphorsauren Kalk von 4^{0} Bé., oder eine dem entsprechende Menge Lösung von anderer Concentration bedürfen. Da jedoch die Mengen der Salze in der Rübe variiren, so sollte eben als Regel gelten, dies Neutralisationsmittel nie bis zur vollständigen Sättigung der Alkalien anzuwenden; entgegengesetzten Falles müsste durch Zugabe von Kalk-

milch wieder geholfen werden. Pfeifer behauptet, dass saurer phosphorsaurer Kalk nicht zersetzend auf Zuckerlösungen wirke (was indessen ganz entschieden ein Irrthum ist). Bei den in einer böhmischen Rübenzuckerfabrik in grösserem Maassstabe angestellten Versuchen wurden nach diesem Verfahren so bedeutende Mengen Schlamm erhalten, dass dieselben schwer zu bewältigen waren. Die ohne Filtration über Knochenkohle dargestellten Producte waren nicht sehr schön, sondern dunkel gefärbt, jedoch von vorzüglichem Geschmack.

Dies Verfahren ist im Wesentlichen dasselbe, wie das von Kuhlmann angegebene, der nur aus gewichtigen ökonomischen Rücksichten die Kohlensäure zur Entfernung des grössten Theiles des Kalkes anwendet.

1 Gewichtstheil Kalk bedarf, um gefällt zu werden: 1,168 Phosphorsäurehydrat (= 0,85 wasserfreier Phosphorsäure), oder 1,6 Gewichtstheile phosphorsaures Ammoniak, oder 2,1 Gewichtstheile sauren phosphorsauren Kalk; 1 Theil Natron hingegen 1,6 Phosphorsäurehydrat (= 1,161 wasserfreier Phosphorsäure).

Dünnsaft von normalem Kalkgehalte soll 8 bis 9 Proc. seines Volumens einer Lösung von saurem phosphorsauren Kalk von 6 bis 7 Proc. Bg. zur Neutralisation erfordern (Stammer). Besonders hat man sich jedoch zu hüten, dass in dieser Lösung nicht viel Gyps bleibt, welcher schädlich auf die Säfte einwirken könnte. Diesen Uebelstand besitzt das gut zubereitete phosphorsaure Ammoniak nicht, es zersetzt ferner, selbst wenn es im Ueberschuss zugesetzt wird, vorläufig keinen Zucker; wird die Zuckerlösung aber gekocht, so entweicht mehr oder weniger Ammoniak, ein Theil der Phosphorsäure wird frei und wirkt dann auch nachtheilig auf den Zucker ein. Man hat daher bei Anwendung des phosphorsauren Ammoniaks sich davor zu hüten, zu viel davon zuzusetzen, jedoch ist dieser Punkt bis jetzt für den damit beauftragten Arbeiter in der Praxis noch sehr schwierig zu treffen, da keine auffällige Erscheinung denselben anzeigt.

Als reines Entkalkungsmittel, wie es neuerdings wieder empfohlen ist, ist die Phosphorsäure nicht nur zu theuer, sondern es müssen auch zu grosse Quantitäten angewendet werden, deren voluminöse Niederschläge praktisch schwierig zu bewältigen sind.

Als solche reinen Entkalkungsmittel sind nun ausserdem noch eine Menge von Stoffen vorgeschlagen worden, die hier nur kurz erwähnt werden sollen, da sie vorläufig theils des hohen Preises, theils der unsicheren und selbst schädlichen Wirkung wegen seit Einführung

der Saturation mit Kohlensäure wohl gar keine Wichtigkeit erlangen werden.

Auf der Anwendung des Caseïns, des Käsestoffs der Milch, oder der Lösung desselben in Ammoniakflüssigkeit, beruht Krüger's patentirtes Verfahren. Die Verbindung von Caseïn und Kalk soll sich aus dem kalkhaltigen Safte nach oben ausscheiden und dadurch eine leichte Manipulation gestatten. Nach Stammer, der das Verfahren geprüft zu haben scheint, sollen 12 Proc. Milch vom Volumen des Scheidesaftes dazu erforderlich sein. Nach Otto verhindert jedoch das freie Alkali wahrscheinlich die vollständige Abscheidung des Caseïnkalkes, da stets Caseïn im Safte zurückbleibt. Solcher Saft schäumt dann stark beim Verkochen und lässt sich oft schwierig bis zur Probe bringen. Weder Theorie noch Praxis scheinen also den kühnen Erwartungen des Erfinders entsprochen zu haben.

Von Garcia wurde die Seife zum Entkalken des geläuterten Saftes vorgeschlagen und von Basset wurden der Besprechung dieses Verfahrens wenigstens einige Seiten in seinem Werke (Guide pratique du fabricant du sucre) gewidmet. Nach Basset ist es eine wesentliche Bedingung zum Erfolge dieser Operation, dass der geschiedene Saft bis 40° C. abgekühlt werde; das Resultat werde um so auffallender durch die Schönheit der Producte und die Leichtigkeit des Kochens, je mehr der Saft abgekühlt war. Die Zeit, um den Saft von 40 bis 100° C. zu bringen, soll nöthig sein, damit die Seife gehörig wirken könne, und nach dem Aufkochen sei die grösste Ruhe des Saftes, die selbst durch Kochen nicht mehr gestört werden dürfe, erforderlich, um das Aufsteigen des Schaumes gehörig vor sich gehen zu lassen. Diese Vorsichtsmaassregeln dürften schon dazu dienen, die praktische Anwendung des Verfahrens zu erschweren.

Stahlschmidt theilt seine Versuche über dies Verfahren mit, bei denen durch Kalk geläuterter Rübensaft mit einer Auflösung von Seife gemischt wurde. Es bildete sich sofort eine unlösliche Kalkseife, welche sich an der Oberfläche ansammelte und abgeschöpft werden konnte. Der angewandte Rübensaft enthielt 0,264 Proc. Kalk; ein Cubikfuss davon bedurfte 665,4 Gramm Seife, deren fette Säuren mit dem Kalke des Saftes jene unlösliche Verbindung eingehen, wodurch natürlich die Alkalien der Seife frei werden und also weit schädlichere Stoffe in den Saft gelangen, als aus demselben entfernt wurden, und zwar treten an die Stelle von 83,2 Gramm Kalk (die bei Stahlschmidt's Versuchen in einem Cubikfusse Saft enthalten waren),

92,1 Gramm freies Natron. Diese Nachtheile sowie die Kostspieligkeit dieses Mittels lassen dasselbe nicht praktisch anwendbar erscheinen. Rationeller ist es, diese Fettsäuren unverseift, also als reine Stearinsäure oder als Oelsäure anzuwenden, da dieselben im freien Zustande ebenso entkalkend auf den Saft wirken und keine freien schädlichen Alkalien in den Saft bringen. Ihre Anwendung bietet keine Schwierigkeiten; die Bildung der Kalkseife erfolgt bei höherer Temperatur und die Trennung derselben ist sehr leicht zu bewerkstelligen; nur muss vermieden werden, mehr Säure zuzusetzen, als dem Kalkgehalte entspricht, da dieselbe sich sonst mit den Alkalien des Saftes (Kali und Natron) zu Kali- und Natronseife verbinden und als solche im Safte verbleiben würde.

Wagner führt an, dass der mittelst Elainsäure entkalkte Saft sowie der daraus erzeugte Zucker einen Geruch nach flüchtigen Fettsäuren besitzt. Otto schätzt daher die Stearinsäure, welche keine flüchtigen Säuren enthält, und deren Kalkverbindung nicht nur härter würde, sondern sich auch durch Salzsäure behufs ihrer Wiedergewinnung besser zersetzen liesse, höher, als die Elainsäure.

Die erheblichen Kosten jedoch, welche die Anwendung aller dieser Säuren verursachen würde, lässt die Industrie derselben wenig Beachtung schenken.

Derosne schlug die schwefelsaure Thonerde vor, welche durch den Kalk des Rübensaftes zerlegt, Gyps und Thonerdehydrat, letzteres als eine weisse, gallertartige Masse bildet. Howard empfahl den Alaun, welcher aus obigem Thonerdesalze in Verbindung mit schwefelsaurem Kali besteht; dass der Alaun und die schwefelsaure Thonerde (welche letztere vorzuziehen) bedeutende klärende Eigenschaften besitzen, ist bekannt; doch verursacht die Bildung von Gyps im Safte grosse Unannehmlichkeiten, da derselbe nachher beim Eindicken bis 30° Bé. den Saft trübt, starre Ausscheidungen veranlasst und die Kohle mit Schwefelcalcium beladet.

Mialhe empfiehlt, zur Entfernung des Kalkes nach der Läuterung die oxalsaure (kleesaure) Thonerde in saurer Lösung anzuwenden. Der Kalk wird durch die Kleesäure vollständig gefällt und die freie Thonerde sowie die unzersetzte, durch Entziehung des Säureüberschusses unlöslich gewordene kleesaure Thonerde fallen mit einander aus und reissen, da der Niederschlag sehr voluminös ist, fast sämmtlichen Farbstoff mit sich nieder. Eine in solcher Weise behandelte Zuckerlösung soll sich beim Abdampfen nicht färben, wie

Mialhe versichert, selbst wenn sie bereits veränderten Zucker oder Traubenzucker enthielte (?). Derselbe behauptet ferner, dass 1 Kilogramm kleesaurer Thonerde genügt, um 530 Gramm wasserfreien Kalk zu fällen. Wie dem aber auch sei, die Giftigkeit und Kostspieligkeit der kleesauren Salze verhindern die grossartige Anwendung dieses Verfahrens.

Robert und John Osland in Plymouth schlagen vor, den Runkelrübensaft mit essigsaurer Thonerde (und Gerbstofflösung) zu läutern, entweder vor oder besser nach der Scheidung. 4 Pfd. Thonerde in Essigsäure gelöst, sollen für 20 Pfd. Zucker (also nahezu 200 Pfd. Saft) ausreichen.

Claës in Sembeck will den Kalk des geschiedenen Saftes mittelst Gallertsäure (acide pectique) fällen. Er findet diese Säure vollkommen unschädlich für den Zucker und bereitet sie aus den Rückständen (Presslingen etc.) der Rüben selbst, indem er dieselben mit 5 Proc. hohlensaurem Natron kocht, wobei gallertsaures Natron in Lösung geht. Man filtrirt, presst aus und setzt zu der Lösung Chlorcalcium, wodurch gallertsaurer Kalk niedergeschlagen wird. Dieser wird dann mit schwacher Salzsäure behandelt, wobei sich die Gallertsäure in gelatinösem Zustande abscheidet, die man durch wiederholtes Waschen mit Wasser reinigt. Claës wendet dann bei der Läuterung ebensoviel gelatinöse Gallertsäure an, als er Kalkmilch dem Volumen nach genommen hat.

Aller dieser verschiedenen Mittel bedarf die Rübenzuckerindustrie aber durchaus nicht, denn theils ist der Kalk nicht eins der grössten Uebel in der Fabrikation, theils besitzen wir ja einfachere und wirksamere Mittel, nämlich die Kohlensäure, und in letzter Instanz die Knochenkohle.

Dies Jagen und Suchen sollte lieber auf Mittel gerichtet sein, die Alkalien aus den Zuckerlösungen gänzlich auszuscheiden, anstatt sie nur in unschädliche Verbindungen überzuführen. Die Lösung dieses einen Problems würde die Rübenzuckerfabrikation vollkommen umgestalten und sie zu einem der besten und sichersten Geschäfte erheben*). Oder, man bestrebe sich, einfache, sicher wirkende Mittel aufzufinden, um sämmtliche organische Substanzen, als z. B. eiweissartige Stoffe,

*) Der in letzter Zeit gemachte Vorschlag, dieses Ziel durch die Anwendung von Kieselfluorwasserstoffsäure zu erreichen, ist allerdings vielversprechend; die Ausführbarkeit muss jedoch erst durch Versuche constatirt werden.

pectinhaltige und gummiartige Körper, aus den Rübensäften zu entfernen, wodurch nicht nur eine grössere Haltbarkeit der Säfte, sondern auch eine weniger zähe, schmierige Masse erzielt würde. Die Lösung dieses Problems, welche mir gar nicht so unmöglich erscheint, beansprucht wohl nur eine genügende Ausdauer, um ein erfolgreiches Resultat zu erlangen.

Vorschläge zur Verminderung oder Abscheidung der organischen Bestandtheile der Säfte.

In diesem Capitel wollen wir diejenigen Mittel betrachten, deren Wirkung theils schon geprüft, theils noch einer näheren Prüfung werth erscheint.

Das älteste Mittel dazu ist unstreitig die Schwefelsäure, welche einen grossen Theil der Eiweissstoffe aus den Rübensäften fällt, wenn nur $\frac{1}{4}$ Proc. derselben 12 bis 16 Stunden damit in Berührung blieb. Darin bestand das älteste, von Achard vorgeschlagene Scheidungsverfahren, wobei jedoch beim späteren Erhitzen kein zusammenhängender Schaum, wie bei der jetzigen Scheidung, erzielt wurde. Die Wärme allein reicht nicht hin, die eiweissartigen Stoffe aus dem Rübensafte zu entfernen, da die Alkalien desselben (besonders in der Siedhitze) lösend auf diese Stoffe wirken. Der Umstand jedoch, dass Schwefelsäure den krystallisirbaren Zucker sehr leicht zerstört, hat von ihrem Gebrauche zurückgeschreckt, und man wandte sich nun zum Kalke.

Der Kalk wirkt bekanntlich zersetzend auf die organischen, stickstoffhaltigen Substanzen ein, deshalb entbindet sich auch durch Zersetzung derselben bei der Scheidung Ammoniak. Wegen des schwankenden Gehaltes der Säfte an Proteinsubstanzen indess werden auch verschiedene Quantitäten Kalk bei der Scheidung erforderlich sein und ebenso werden grössere Mengen Kalk auch energischer einwirken, als geringe Mengen, und es wird daher immer gerathen sein, lieber zu viel als zu wenig Kalk anzuwenden.

Die Anwendung grösserer Kalkmengen ist von Rousseau am wärmsten empfohlen worden. Er wandte den Kalk bei der Scheidung

(procédé Rousseau) in solchen Quantitäten an, dass es praktisch unausführbar war, den resultirenden Schlamm zu bewältigen; auch weigerten sich endlich die Arbeiter, mit so sehr voluminösen Massen stark ätzender Rückstände zu arbeiten.

Das Verdienst der Rousseau'schen Scheidung beschränkt sich vorzugsweise auf die Anwendung von möglichst viel Kalk (15 bis 30 Kilogramm auf 10 Hectoliter Saft) bei einer Temperatur von nur 85° bis 90° C., während man sonst gewöhnlich aufkochte. Die Anwendung der Kohlensäure, von der Rousseau bei so grossen Quantitäten Kalk genöthigt war Gebrauch zu machen, ist nicht sein Verdienst, denn sie war durch Kuhlmann, Schatten und Andere längst nicht nur mündlich und schriftlich empfohlen, sondern auch praktisch vielfach angewendet worden. Basset führt sogar (S. 379 seines Guide pratique) an, dass Baruel schon 1812 dasselbe Verfahren empfohlen habe, welches von Rousseau 1849 wieder angerathen sei. Nichtsdestoweniger bleibt Rousseau das Verdienst, eine gute Methode in Erinnerung gebracht zu haben.

Michaelis hatte die praktische Idee, diese bedeutenden Mengen Kalk, die sich praktisch nicht auf einmal anwenden liessen, zu fractioniren. Indem man nämlich zur Scheidung nicht allen Kalk anwendet, schlug er vor, den Rest dem geschiedenen Safte zuzufügen, indem bei der Anwendung einer grossen Menge Kalk und Fällung desselben mittelst Kohlensäure auch eine dem entsprechende Menge Proteinsubstanzen mit gefällt werden müssten (Vereinsschrift für Rübenzuckerindustrie, 1855, S. 253).

Dieser geistreiche Vorschlag, welcher so viel Einleuchtendes enthielt, veranlasste mich, in der Campagne 1857/58, darüber vielfache praktische Versuche in den böhmischen Fabriken anzustellen, bei denen viele intelligente Geschäftsfreunde mir hülfreiche Hand boten. Den Erfolg jener Versuche findet man aufgezeichnet in Böhmens Rübenzuckerfabrikation in der Campagne 1857/58. Reisebericht. Prag 1858.

Besonders bei schlechten Säften war der Erfolg ein erstaunenswerther. Dieselben zeigten einen Reinheitsquotienten von 78 Proc., während der wie gewöhnlich saturirte Saft nur 76,6 Proc. besass. „Wurde der wie gewöhnlich geschiedene Saft als Maassstab oder Einheit genommen, so zeigte der nach obigem Verfahren mit 1 Proc. Kalk geschiedene Saft in Greiner's Decolorimeter eine Entfärbung = 25 Proc. Bei einer anderen Probe mit grösseren Mengen Kalk be-

trug die Entfärbung = $68\frac{1}{2}$ Proc. Der dritte Versuch zeigte eine Entfärbung von 66 Proc. nach Greiner."

Diese Daten waren, wie gesagt, im Jahre 1858 im Druck erschienen und dadurch zum Gemeingut aller Fabrikanten geworden. Das Verfahren selbst wurde auch von mehreren derselben, wie z. B. von Herrn Fischer in Calbe, praktisch ausgeführt. Im Jahre 1860 nahmen nun die Herren Possoz und Perrier auf die wiederholte Fällung des Kalkes (von dem $\frac{1}{4}$ zur Scheidung, $\frac{1}{2}$ nach derselben in den Saturationsgefässen und $\frac{1}{4}$ in noch anderen Saturationsgefässen den Rübensäften zugesetzt werden sollte) ein Patent (das sie aber in Preussen nicht erhielten), und priesen das Verfahren als ihre Erfindung (?) der Welt an, um sich durch eine Prämie für ihre Bemühungen (?) zu entschädigen. (Der verehrte Leser wird sich hiernach selbst ein Urtheil bilden können).

Die Hauptpunkte dieses Possoz'- und Perrier'schen Verfahrens lauten (nach den Comptes rendus Nr. 6, August 1860):

„Sie bemessen die Menge des Kalkes nicht nach der im Saft enthaltenen Zuckermenge, sondern im geraden Verhältnisse nach der Quantität der zu entfernenden fremden Stoffe."

Die fremden Stoffe in Rübensäften bestehen nun aber bekanntlich aus Salzen (Kali und Natron) und aus organischen Stoffen, besonders den sogenannten Proteinsubstanzen. Da nun durch die Fällung des Kalkes nicht die Alkalien, sondern nur die organischen Stoffe (wenigstens zum Theil) mit niedergerissen werden, so muss auch die zuzusetzende Menge des Kalkes im Verhältnisse zu der Menge der im Safte enthaltenen Proteinsubstanzen, Farbstoffe etc. stehen. Die Herren Possoz u. Comp. lassen aber darüber wohlweislich im Dunkeln, wie die Menge dieser Stoffe a priori zu bestimmen sei, und beschränken sich auf den Augenschein, auf die sichtbare Entfärbung des Saftes. Die Farbe der Säfte ist jedoch bekanntlich nicht allein maassgebend, da eine sehr geringe Menge Farbstoff oft genügt, um ein grosses Volumen Flüssigkeit zu färben. Bei der folgenden Saturation liefert bekanntlich nur reine Kohlensäure gute Resultate, unreine Kohlensäure giebt keine guten Producte, und deshalb bestehen die Herren Possoz-Perrier wahrscheinlich auf der aus Kalkstein erzeugten Kohlensäure, eine Vorsicht, die übrigens lange bekannt war. Die doppelte Fällung des Kalkes mit aus dem Schornstein entnommener Kohlensäure ergab in mehreren Fabriken geradezu schlechte Producte. Lobend muss jedoch hier erwähnt werden, dass die Herren Cail und Hollot bei

Einführung des Verfahrens sehr hübsche und sinnreich construirte Apparate anwendeten.

Die oben angegebene Eintheilung der Kalkmenge in drei Portionen soll offenbar die industrielle Welt glauben machen, dass eigene Versuche der Herren Possoz u. Comp. ihrem Verfahren zu Grunde lägen. Der zu Grunde liegende grosse Gedanke, die Zugabe des Kalkes zu fractioniren, ist jedoch entschieden Michaelis geistiges Eigenthum, nur die Theilung der Saturation in zwei verschiedenen Gefässen ist von Possoz-Perrier angegeben, sie hat einen unläugbaren Vortheil, nur nicht für den Geldbeutel des Zuckerfabrikanten. Das vollständige Saturiren in dem letzten Gefässe, wie es diese Herren empfehlen, dürfte, abgesehen davon, dass es in der grossen Praxis unausführbar wäre, auch nicht rathsam sein, da die Rübensäfte auf ihrem Wege durch die Fabrikation einer kleinen Quantität Kalk zu ihrer Conservirung bedürfen. Mit der Saturation bis zu einem nur geringen Kalküberschusse fällt übrigens die Nothwendigkeit des letzten Gefässes fort. Das Verdienst muss man indessen den Herren Possoz-Perrier lassen, zuerst gezeigt zu haben, dass man mittelst Kohlensäure allen Kalk zu fällen vermag. Wenn dies nun auch wissenschaftlich interessant ist, so ist es doch praktisch nicht ausführbar der oben angeführten Gründe wegen. Dies vielleicht Charakteristische des Possoz-Perrier'schen Verfahrens ist also mindestens unpraktisch.

Dass der Vorgang bei der zweifachen Fällung des Kalkes noch nicht die Hälfte aller fremden Substanzen fällt, wie doch Possoz und Perrier behaupten, ist leicht aus folgender Tabelle ersichtlich, welche Herr Dr. Weiler in seiner Schrift über dieses Verfahren mittheilt:

Uebersichtliche Zusammenstellung
des
fortschreitenden Effectes der Reinigung der Säfte nach dem Possoz'-Perrier'schen Verfahren.

	Gradhaltigkeit des Saftes.	Zuckergehalt.	Zuckergehalts-Quotient.	Quotient für fremde Substanzen.	Werth des Saftes.	Werth des Saftes in Selowitz.	Auf 100 Theile Zucker sind fremde Substanzen enthalten:	Gehalt an Kalk.	Von 100 Theilen Nichtzucker sind entfernt.	Von 100 Theilen Nichtzucker sind im Safte geblieben.
Rohsaft	16,8	13	0,773	0,227	3,42	3,64	29,23	—	—	—
nach der Läuterung . .	14,88	11,66	0,783	0,217	3,62	—	27,61	0,186	5,54	94,46
I. Saturation	12,58	10,33	0,821	0,179	4,59	4,62	21,78	0,068	25,49	74,51
II. Saturation	10,4	8,83	0,849	0,151	5,62	5,68	17,78	—	39,18	60,82
nach der Filtration über 5 Proc. Kohle . . .	10,13	8,83	0,871	0,129	6,79	7,27	14,72	—	49,64	50,36

Aus der letzten Columne ist zu ersehen, dass durch die zweite Saturation, die doch diesem Verfahren eigenthümlich ist, nur (74,51 — 60,82 =) 13,69 Proc. Nichtzucker entfernt wurden. Die erste Saturation ist nämlich als etwas längst Bekanntes hier gar nicht in Betracht zu ziehen.

Sehr zu bedauern ist es übrigens, dass bei diesen Untersuchungen nicht besonders der Gehalt des Saftes an Proteinstoffen vor und nach dieser Operation festgestellt wurde, da die Kohlensäure doch nicht Salze zu entfernen im Stande ist.

Obgleich also die Alkalien in ihrem ganzen Betrage im Safte bleiben, so soll man doch nach Angabe obiger Herren 60 bis 90 Proc. der Kohle sparen, die doch das einzige Mittel ist, die Alkalien zu vermindern, und trotzdem mehr und reineren Zucker von besserem Geschmacke gewinnen, obgleich diese Salze dem Zucker bekanntlich einen kratzenden Beigeschmack ertheilen und seine Krystallisationsfähigkeit beeinträchtigen. Kurz, die ganze Kette von Behauptungen ist ersichtlich so sehr auf Täuschung berechnet, dass ein solches Verfahren wohl die vorstehende herbe Kritik verdient.

Im Obigen ist von der Wirkung des Kalkes hauptsächlich als Fällungsmittel die Rede gewesen. Nach dem ersten Vorschlage des Herrn Maumené zu Rheims sollte der Kalk vorläufig als conservirendes, die Proteinsubstanzen zersetzendes Mittel angewandt werden, und zwar sollte man dem rasch ausgepressten rohen Safte auf 1 Aeq. Zucker $1^1/_2$ bis 3 Aeq. Kalk zusetzen. Der Kalk zersetzt nämlich schon bei niederer Temperatur die stickstoffhaltigen Körper nach und nach unter Entwickelung von Ammoniak, wie die bei Annäherung eines mit Salzsäure befeuchteten Glasstabes auftretenden Nebel beweisen. Maumené ist also der Erste, der diese Wirkung des Kalkes auf Rübensaft bei niederen Temperaturen praktisch bewies. Die Säfte werden auch um so reiner und heller, je mehr Kalk ($2^1/_2$ bis 5 Proc.) angewendet wurde und je länger derselbe einwirken konnte.

Der Kalkniederschlag setzt sich bei der gewöhnlichen Temperatur natürlich sehr langsam zu Boden und ist sehr voluminös, da derselbe nur in der Wärme körniger und dichter wird, und sich schneller ausscheidet. Versuche, die ich über das Absetzen des Kalkes anstellte, ergaben dem Volumen nach bei:

	4 Procent Kalkzusatz		3 Procent Kalkzusatz	
	an reinem Saft	Rückstand	an reinem Saft	Rückstand
nach 12 Stunden	40 Proc.	60 Proc.	59 Proc.	41 Proc.
„ 24 „	50	50	73	27
„ 36 „	65	35	77	23
„ 48 „	70	30	79	21

Der nach dieser Zeit bis 70°, höchstens 75° R. angewärmte und durch Kohlensäure von dem grössten Theile des Kalkes befreite Saft war ausserordentlich hell, fast farblos. Ich habe nach keiner Fabrikationsmethode so schöne Säfte erhalten, als nach dieser. Anstatt des Saftes lässt sich so auch ebenso gut der Brei conserviren, es findet hier gleichsam eine kalte Scheidung Statt, die sofort hellen Saft aus der Presse fliessen lässt.

Da nun der Kalk bei jeder Temperatur auf die Proteinsubstanzen einwirkt, so ist zur weiteren Zersetzung derselben durchaus keine so hohe Temperatur wie beim sogenannten Vorkochen erforderlich, sondern dieselbe findet auch in den Abdampfapparaten bei niederer Temperatur Statt, da die niedergeschlagenen Dämpfe im zweiten und dritten Körper oft so ammoniakalisch sind, dass sie die Röhren zerfressen.

Nach Versuchen, die ich im Jahre 1862 in Jablonofka über die Abscheidung der stickstoffhaltigen organischen Stoffe in Rübensäften (schlechter Qualität) machte, wurden davon abgeschieden:

	Von 100 Proteinstoffen
Durch die Scheidung und Saturation	7,7 bis 13 Theile.
durch die erste Filtration	15 „ 18 „
durch die Verdampfung und zweite Filtration . .	26 „ 43 „
Summa	48,7 bis 74 Theile.

Daraus erhellt wenigstens, dass die Verdampfung im Vacuo in Bezug auf die Abscheidung dieser Stoffe sehr wirksam war, da durch sie wenigstens (26 — 15 =) 11 Proc. bis (43 — 18 =) 25 Proc., also mehr als durch die sogenannte Scheidung entfernt wurden.

Bei dem vielfach gerühmten „Vorkochen“ findet man über das Ende dieser Operation oft die Regel: „Nachdem beim Verdampfen das Entweichen von Ammoniak aus dem Safte, wenn nicht aufgehört, so doch sich bedeutend vermindert hat!“ Nun vermindert sich aber

die Entbindung des Ammoniaks weder während des Eindickens selbst bis 24° Bé., noch hört sie beim Kochen schlechter Rübensäfte überhaupt auf; ferner enthalten alle Grünsyrupe und auch die Melasse Proteinsubstanzen, die also selbst beim Kochen bis zur Krystallisation noch nicht abgeschieden waren; man sieht also, dass das Vorkochen gar nicht den gerühmten Vorzug besitzt. Dies beweisen auch andere von mir angestellte Versuche beim Verkochen bis 10°, ja bis 15° Bé., wobei ich mich einer sehr empfindlichen Gerbstofflösung und einer noch empfindlicheren Lösung des übermangansauren Kalis bediente, aber trotzdem jene grossen Wirkungen nicht entdecken konnte. Der Betrag der beim Verkochen mit dem Kalke sich ausscheidenden organischen Stoffe ist überhaupt viel geringer, oder doch nicht grösser, als die durch eine sofortige Sättigung des Kalkes und einer einfache Filtration über wirksame Kohle entfernte Menge, wie schon Michaelis nachwies. Es lässt sich also das gleiche Ziel durch die letztgenannten einfachen und billigeren Mittel eben so vollständig erreichen. Vielleicht wäre es zweckmässig, den nach der Saturation im Safte bleibenden Rest des Kalkes und einen Theil der Alkalien mittelst Phosphorsäure oder dergleichen zu neutralisiren, um die von ihnen in Lösung gehaltenen eiweissartigen Stoffe zu fällen, dann die vollkommen klare Lösung abzuziehen, eine beliebig grosse Menge Kalk von Neuem zuzusetzen und nun einige Zeit zu kochen, um auf die nicht so leicht abscheidbaren Proteinsubstanzen zu wirken. Dieser Modus könnte vielleicht in manchen Fällen von Wirkung sein, da diejenigen Proteinsubstanzen, die sich durch Saturation leicht abscheiden lassen, des „Vorkochens" nicht bedürfen. Eine zweite Saturation würde dann den zugesetzten Kalk nebst organischen Stoffen niederschlagen und sofort. Indessen bin ich überzeugt, dass es in Zukunft auch gelingen wird, andere bestimmter wirkende Mittel zur Abscheidung der Proteinsubstanzen zu finden.

Ein solches Mittel wäre vielleicht die Gerbsäure, oder das Tannin, ein adstringirender Stoff, der in der Natur häufig verbreitet und aus verschiedenen Substanzen zu gewinnen ist.

Der Gedanke, die stickstoffhaltigen Stoffe des Rübensaftes durch Tannin zu fällen, liegt in der That sehr nahe, denn die empfindlichste Probe auf die Gegenwart von Proteinsubstanzen in Rübensäften besteht in der Zugabe einiger Tropfen Tanninlösung, wodurch bei Anwesenheit derselben ein gewöhnlich stark gefärbter, sehr voluminöser Niederschlag sich bildet, während der Saft weit heller erscheint.

Durch Anwendung des Tannins auf den geschiedenen und saturirten Rübensaft wäre es vielleicht möglich, sämmtliche oder doch den grössten Theil der Proteinsubstanzen aus den Säften auszufällen und so zu entfernen. Zwar würde das Tannin den Uebelstand besitzen, bei Gegenwart von Eisen (durch Anwendung eiserner Gefässe, Filter etc.) dem Rübensafte eine intensive, tintenartige Färbung mitzutheilen, doch wäre zu untersuchen, ob nicht durch einen nachherigen Zusatz von Kalk oder durch Knochenkohle diese Farbe gänzlich entfernt werden könnte. Die dahin zielenden praktischen Versuche, welche mitunter angeführt werden, scheinen gar nicht gemacht zu sein, da man nirgend dieser Uebelstände oder der Mittel, denselben vorzubeugen, erwähnt findet.

Eine Hauptbedingung für die Anwendung des Gerbstoffs wäre natürlich seine Reinheit, um den Saft theils nicht dadurch zu färben, theils überhaupt keine fremdartigen Beimengungen in denselben einzuführen. Reine Gerbsäure ist fast weiss, geruchlos, von sehr adstringirendem Geschmacke, sie röthet in wässeriger Lösung Lackmus, zersetzt die kohlensauren Salze unter Aufbrausen, ihre concentrirte wässerige Lösung wird nur durch Salz-, Salpeter-, Phosphorsäure gefällt. Durch die meisten Säuren (und durch Fermente) wird aus der Gerbsäure die Gallussäure, durch Alkalien die Rothgerbsäure gebildet, welche letztere mit Kalk und Bleisalzen rothe Verbindungen bildet.

Wegen dieser Zersetzbarkeit der Gerbsäure in wässeriger Lösung müsste man dieselbe stets frisch bereiten und zu dem Zwecke die Gerbsäure im trockenen Zustande für den Gebrauch in der Fabrikation aufbewahren.

Wenn sich auch die Gerbstoffe bei ihrer Umwandlung durch Gährung, Wärme etc. je nach ihrer Natur in verschiedenartige Säuren umsetzen, so haben doch alle Gerbstoffe den gemeinsamen Charakter ihrer grossen chemischen Verwandtschaft zu Proteinkörpern.

Verschiedene Vegetabilien enthalten verschiedene Mengen Gerbstoff, als z. B.:

Eichenrinde, junge	16 bis 21	Proc.
„ alte	14	„
„ 100jährige	8,5	„
Fichtenrinde	5,7	„
Birkenrinde	1,7	„
Knoppern	30 „ 33	„
Galläpfel (deren ich mich stets bediente)	40 „ 70	„
Catechu	44 „ 75	„
Tormentillwurzel (Rührwurzel)	46	„

Osland in Plymouth schlug die Digestion von gepulverten Ackerdoppen (Valoniae) in 20 Gewichtstheilen heissen Wassers und die Benutzung der so erhaltenen klaren Flüssigkeit vor.

Die Gerbsäure, selbst in bedeutenden Mengen (von 2 Proc.) zu einer reinen Zuckerlösung gesetzt, beeinträchtigt deren Krystallisation nicht wesentlich, wenigstens wird dadurch keine Melasse gebildet. Der Zucker nimmt nur eine graue Farbe, einen herben, adstringirenden Geschmack und die Eigenthümlichkeit an, in kleinen Krystallen anzuschiessen. Ein zugesetzter Ueberschuss an Gerbsäure könnte aber durch einen nachherigen Zusatz von Kalk (wie auch wahrscheinlich durch Knochenkohle) leicht entfernt werden, indem sie dadurch ausgefällt würde. Zur Ausfällung des Kalkes aus Rübensäften ist sie natürlich zu theuer und ihre Anwendung würde sich nur zur Fällung der Proteinsubstanzen rentiren.

Eine andere Substanz, welche vorgeschlagen ist, um auf die organischen Substanzen einzuwirken, ist die schweflige Säure oder die Verbindung derselben mit Kalk, wie sie von Proust zur Reinigung und Bleichung des Mostes, und von Melsens nach Drapiez's Vorgange auch für die Rübenzuckerfabrikation vorgeschlagen wurde.

Melsens' Vorschlag besteht darin, entweder auf der Reibe zur Rübe im Moment ihrer Zerkleinerung, oder zum Safte 2 bis 4 Proc. einer Lösung von zweifach schwefligsaurem Kalke von circa 10° Bé. (oder nach Basset auf 1000 Kilogramm Rüben 8 Liter dieser Lösung) zuzusetzen, wodurch der Rübenbrei in der That vor jeder Färbung geschützt bleibt; er behält die helle Farbe, welche die Rübe hat, stundenlang und länger, was besonders den Rübenzuckerfabrikanten sehr überrascht, welcher gewohnt ist, diese Producte fast augenblicklich sich dunkler färben zu sehen. Es ist damit also dargethan, dass der zweifach schwefligsaure Kalk die Eigenschaft besitzt, der

Oxydation der im Safte enthaltenen Stoffe vorzubeugen und die durch die stickstoffhaltigen Körper eingeleiteten Zersetzungen aufzuhalten.

Im Uebrigen aber waren die Erscheinungen in der Fabrikation bei den von mir im grossen Maasstabe angestellten Versuchen keineswegs sehr günstig für den Rübenzuckerfabrikanten. Die Scheidung ging wohl gut von Statten, denn der schwefligsaure Kalk hat die Eigenschaft, das Coaguliren der eiweissartigen Substanzen zu befördern, aber die nicht durch Knochenkohle filtrirten Dicksäfte kochten schlecht, und es resultirte eine schmutziggrau gefärbte Füllmasse, die sehr wenig Krystallzucker gewinnen liess. Auch hat der auf diese Weise dargestellte Rohzucker oft einen unangenehmen Geruch, der erst nach längerem Lagern an der Luft sich verliert. Nach Melsens soll eine ammoniakalische Atmosphäre den Geruch benehmen, ebenso das Decken des Rohzuckers, von dem dabei 10 Proc. verloren würden. Neueren Versuchen zufolge (Comptes rendus 1862) soll die schweflige Säure auch beim Zuckerrohr vielfach praktisch angewendet werden.

Es ist übrigens nicht uninteressant, zu sehen, wie viele Patente auf die Anwendung der schwefligen Säure oder des schwefligsauren Kalkes genommen wurden. Nachdem Proust sie 1810 empfahl, Drapiez darüber 1811 eine Mittheilung machte, Perpère 1812 damit nicht reussirte, nahm Dubrunfaut 1829 ein Patent auf die Läuterung des Rübensaftes mit schwefliger Säure. E. Stolle suchte 1838 um ein Privilegium nach auf die Anwendung des zweifach schwefligsauren Kalkes; Boutin schlug 1846 die schwefligsaure Thonerde vor, und Melsens griff endlich 1849 den Gegenstand von Neuem auf, erhielt ebenfalls ein Patent und setzte alle Fachleute durch sein neues Verfahren, das bei niederer Temperatur allerdings schöne Resultate geben soll, in grosses Erstaunen, so dass man aus allen Ländern nach dem Laboratorio des berühmten Professors wallfahrtete.

Nach Muspratt ist die Anwendung des neutralen schwefligsauren Kalkes oft ökonomischer als die des sauren Salzes.

Er besteht aus	1 Aeq. Kalk	= 35,9
	1 „ schwefliger Säure . .	= 41,0
	2 „ Wasser	= 23,1
		100,0.

Emil Rousseau schlug vor, dem Safte Eisenoxydhydrat (peroxyde de fer hydraté) bei einer Temperatur unter dem Kochpunkte zuzusetzen, nachdem die Scheidung des Rübensaftes mittelst Gyps ausgeführt wäre. Dadurch soll der Saft entfärbt und fast von sämmt-

lichen fremden Substanzen befreit werden, was eine Beseitigung der Knochenkohle ermöglichen würde.

Die erforderliche Menge Eisenoxydhydrat (in etwa 70 bis 80 Proc. Wasser suspendirt) giebt Rousseau auf 8 bis 10 Proc. des Saftes an.

Die Empfehlung des schwefelsauren Kalkes geschah schon im Jahre 1817 und 1837 durch Lohmann und Balling, und wenn man auch zugiebt, dass die Scheidung mittelst Gyps (nach Dr. Grouven, s. Vereinsschrift für Rübenzuckerindustrie, Bd. 11. S. 328 u. ff.) mehr organische Stoffe aus dem Safte entfernt, als die gewöhnliche Scheidung mittelst Kalk, so ist doch die Bildung von schwefelsauren Alkalien von grossem Nachtheile auf die Zuckerausbeute, da diese Salze die Krystallisation des Zuckers wesentlich beeinträchtigen. Hierzu kommt noch ein anderer Uebelstand, da nämlich 1000 Theile Wasser 3 Theile Gyps in Lösung erhalten, so würde dies, auf Rübensaft bezogen, auf jeden Hectoliter Rübensaft 300 Gramme schwefelsauren Kalk betragen, welche Menge entweder den Saft beim Concentriren beständig trübt und ihm einen unangenehmen Geschmack ertheilt, oder durch irgend eine Substanz aus den Säften entfernt werden müsste. Rousseau schreibt nun freilich dem Eisenoxyd die Eigenschaft zu, der Lösung den schwefelsauren Kalk zu entziehen, doch ist dies nach C. Barreswill nicht der Fall, was auch Dr. Weiler (Vereinsschrift für Rübenzuckerindustrie, Bd. 11. S. 80) bestätigt.

Da ferner die Zuckerfabrikanten die schädliche Wirkung des Gypses auf die Knochenkohle fürchteten, so fand das Verfahren damals ebenso wenig Verbreitung, als vor Kurzem, wo eine Menge Zeitschriften abermals die französische Erfindung anzupreisen sich beeilten.

Das Eisenoxydhydrat wirkt allerdings klärend und entfärbend auf den Rübensaft; es ist auch schon früher (namentlich auf Holzkohle vertheilt, über die dann filtrirt wurde) zur Entfärbung von Syrupen angewendet worden. Diese Entfärbung ist aber durchaus nicht so bedeutend, dass sie der Wirkung guter Knochenkohle in dieser Beziehung auch nur annähernd gleich käme. Ausserdem konnte die Hoffnung, dadurch die Knochenkohle aus den Rübenzuckerfabriken zu verdrängen, nur auf einer falschen Beurtheilung der Wirkung der thierischen Kohle beruhen, indem man das Entfärbungsvermögen derselben allein in Berücksichtigung zog, während doch ihre hauptsächliche Wirkung in der Entfernung anderer organischer Stoffe und verschiedener Salze beruht. Dagegen hat dies Verfahren den Nachtheil, dass die

voluminösen Niederschläge viel Zucker mechanisch zurückhalten, also eine entsprechende Minderausbeute veranlassen.

Alle bisher betrachteten Methoden hatten den Zweck, die fremden Bestandtheile (organischer oder unorganischer Natur) vom Zucker möglichst abzuscheiden. Das Umgekehrte davon, oder die Ausscheidung resp. Ausfällung des Zuckers aus dem Runkelrübensafte bezweckt das Verfahren von Dubrunfaut und E. de Massy. Dasselbe beruht auf der Eigenschaft des Baryts, mit dem Zucker in der Siedehitze eine sehr schwer lösliche Verbindung, ein sogenanntes Barytsaccharat, zu bilden, wobei der Zucker gleichsam die Rolle einer den Baryt neutralisirenden Säure spielt. Diese Verbindung kann mit Wasser ausgewaschen und von sämmtlichen fremden Substanzen befreit werden. 97 Proc. des im Safte (oder in der Melasse, worauf dies Verfahren ursprünglich angewendet werden sollte) vorhandenen Zuckers sollen so als schwerlösliche Verbindung gewonnen werden, während die übrigen 3 Proc. auch als Barytsaccharat gelöst bleiben und dadurch der Gewinnung entgehen. Zur Fällung des Zuckers in mit Kalk geschiedenem Rübensafte sollen 50 bis 60 Proc. des Zuckers an Baryt erforderlich sein. Durch heftiges Rühren wird eine innige Mischung erzielt, und durch das Steigern der Temperatur bis zum Siedepunkte erfolgt die Ausscheidung des Barytsaccharates, welches nach wenigen Minuten anhaltenden Siedens sich leicht zu Boden setzt. Die obenstehende Lösung, in der verschiedene fremde Substanzen enthalten sind, wird dann abgezogen, und der Barytzucker mittelst der Centrifugen oder dergleichen von der noch anhaftenden Flüssigkeit möglichst befreit. In diesem Zustande soll er aus etwa 50 Proc. Zucker, 22 Proc. Baryt und 28 Proc. Wasser bestehen. Nach Basset bilden 30,448 Baryt mit 69,052 Zucker 100,00 trockenes Barytsaccharat. Es geschieht nun die Zersetzung des Barytsaccharates durch Kohlensäure oder eine sehr verdünnte Schwefelsäure unter stetigem Umrühren der Masse, damit der freigewordene Zucker nicht durch die letztere Säure angegriffen werde, bis sämmtlicher Baryt in kohlensauren resp. schwefelsauren Baryt verwandelt ist. Die Zuckerlösung wird durch Abpressen oder dergleichen vollständig gewonnen, mit etwas Kalk behandelt und sofort verkocht.

Da aber der Genuss löslicher Barytverbindungen Uebelkeit und Erbrechen hervorruft, so wäre bei diesem Processe eine besondere Aufmerksamkeit auf die möglichst vollständige Zersetzung des Barytsaccharates zu verwenden; bei Anwendung der Kohlensäure wird daher

vorgeschlagen, durch Zusatz von etwas verdünnter Schwefelsäure schliesslich eine schwach saure Reaction der Lösung hervorzurufen, um sicher zu sein, den Baryt vollständig ausgefällt zu haben. Indessen hat eben dieser Giftigkeit wegen das Verfahren noch keinen allgemeinen Eingang finden können.

Eine andere vielfach vorgeschlagene Methode besteht in der Anwendung des Spiritus, sowohl auf frische, als auch auf getrocknete Rüben. Als im Jahre 1857 Pelouze (Annales de Chim. et Phys. T. XLVII, p. 411) bewies, dass aller in der Runkelrübe enthaltene Zucker krystallisirbarer Rohrzucker sei, schnitt er frische Runkelrüben in sehr dünne Scheiben und behandelte sie mit Alkohol von 0,834 specif. Gewicht bei etwa 20° R. unter Zusatz weniger Tropfen einer sehr verdünnten Lösung von kaustischem Kali, um die freie Säure der Rüben zu neutralisiren. Nach 36 Stunden war der spirituöse Auszug nur wenig gefärbt; er wurde dann bei sehr gelinder Temperatur abgedampft und hinterliess einen fast weissen Rückstand, der im Wasserbade getrocknet und dann mit absolutem Alkohol behandelt wurde. Da dieser keine Spur von Zucker auflöst, so wurden dadurch die meisten fremdartigen Substanzen (namentlich ein fettiger, geschmackloser Stoff) von dem Zucker entfernt, und der Zucker blieb fast rein zurück.

Dr. Bley beschreibt in seinem Werke der Zuckerbereitung aus Runkelrüben (Halle 1836) S. 27 sein einfaches Verfahren, die Menge des Zuckers direct zu bestimmen, folgendermaassen:

„1 Theil von höchst fein zerriebenen Rüben wurde mit zwei Theilen Alkohol von 90 Proc. ausgezogen, wohl ausgepresst, mehrmals durch angenässtes Druckpapier filtrirt, und der weingeistige Auszug behutsam im Wasserbade oder auf Stubenöfen abgedunstet. In dieser Weise gelang es mir, aus gut erhaltenen weissen schlesischen Rüben mit hier und da rosenrother Schale genau 12,5 Proc. ziemlich weissen krystallisirten Zuckers zu erhalten, dessen Gewicht erst dann bestimmt wurde, als er zwischen weissem Fliesspapier bei sehr mässiger Wärme so lange getrocknet worden war, bis er nichts mehr am Gewichte verlor."

Dies Verfahren, welches bisher nur im Laboratorio oder doch nur zur Feststellung des Zuckergehaltes der Rüben benutzt worden war, sollte in letzter Zeit in Frankreich versucht und in die grosse Praxis übertragen werden. Die Kostspieligkeit und also Unbrauchbarkeit desselben ist aber in die Augen springend, denn, wenn man nach

Dr. Bley's Vorgange 2 Theile Alkohol für 1 Theil Rübe annimmt, so würden für 1000 Ctr. täglicher Rübenverarbeitung 2000 Ctr. Alkohol im Betriebe sein müssen. Dieser Alkohol kann nun wohl aus der erzielten Flüssigkeit durch Destillation zum Theil wieder erhalten werden, aber nicht nur die Kosten dieser Operation, sondern auch der dabei eintretende Verlust an Spiritus sind als laufende Ausgaben wohl in Anschlag zu bringen. Die Kosten einer solchen Methode wären jedenfalls sehr gross, so dass selbst die Commission, welche den Bericht über die Zuckergewinnung aus irländischen Rüben so vorzüglich erstattete, Anstand nahm, sich derselben „wegen der grossen Menge von Alkohol, die dazu erforderlich" (Vereinsschrift für Rübenindustrie Bd. 3, S. 21), nur zu ihren Analysen zu bedienen, wenn sie auch in ihrem Parlamentsbericht dies Verfahren „in Bezug auf Genauigkeit und Einfachheit für einwandsfrei" erklärt. Wenn man auch sehr starken, ja absoluten (was doch praktisch unmöglich) Alkohol anwenden wollte, so würde derselbe bei seiner Einwirkung auf die Rübe sofort durch den Wassergehalt des Rübensaftes sehr bedeutend verdünnt, also nicht mehr als Alkohol, sondern höchstens als sehr verdünnter Spiritus wirken, in welchem Zustande (von circa 30 Proc. Gehalt nämlich) er nur dienen könnte, jeder etwaigen Gährung vorzubeugen und vielleicht einen gummösen (pectinhaltigen?) Stoff des Rübensaftes zu coaguliren. Dagegen würde er aber mehr fettartige Substanzen aus den Rüben zu lösen im Stande sein (siehe oben Pelouze's Verfahren), als reines Wasser, und auch die Alkalien, welche im Wasser sehr löslich sind, werden durch Alkohol nicht niedergeschlagen. Es würde deshalb ein grosser Theil derselben mit in den spirituösen Auszug der frischen Rüben übergehen, der also dann wahrscheinlich keine grössere Reinheit (wenigstens in Bezug auf diese Salze) besitzen würde, als ein wässeriger Auszug.

Wir gehen nun zur Anwendung des Spiritus auf getrocknete Rüben über, welches Verfahren neuerdings so grosse Hoffnungen erregt hat durch Schützenbach's Anpreisungen, nach welchen der fertige Zucker um die Hälfte des früheren Preises erzielt werden sollte.

Die Idee, den Zucker mittelst Alkohol aus den getrockneten Rüben zu ziehen, ist nicht neu, denn sie datirt schon vom Jahre 1747, wo Marggraf in Berlin dieses Verfahren zu analytischen Zwecken befolgte. Es ist also das ursprünglichste, älteste Verfahren, welches je zur Abscheidung des Zuckers angewendet worden ist, und dessen sich

der Vater der Rübenzuckerindustrie schon bediente. Diese ersten Versuche wurden durch Péligot's Arbeiten (1839) bestätigt, bei deren Ausführung, nach der Annahme, dass bei sorgfältigem Trocknen der Rübenschnitte der Zucker keine Veränderung erlitte, die Rübenschnitte in einem Wasserbade getrocknet, dann in ein gröbliches Pulver verwandelt und mit Alkohol von dem specifischen Gewichte von 0,831 behandelt wurden. Das Ausziehen mit Alkohol wurde so oft wiederholt, als einige Tropfen des Auszuges verdampft, noch irgend einen festen Rückstand liessen, um sicher zu sein, allen (oder doch fast allen) Zucker daraus gewonnen zu haben. Die so gewonnene Zuckermasse wurde dann, um Salz, Fett u. s. w. auszuziehen, mit absolutem Alkohol behandelt.

Die Commission, welche die irischen Rüben untersuchte, wählte dieses Verfahren ebenfalls, um den Zuckergehalt derselben festzustellen. Da Herr Schützenbach sich nun ganz besonders auf den bei diesen officiellen Analysen von den competentesten Fachmännern befolgten Weg zu stützen scheint, so folgt hier ein Auszug des dort befolgten Verfahrens.

„100 bis 120 Gran der getrockneten Rübenschnitte wurden in eine kleine Flasche gethan und kalt mit Alkohol von dem specifischen Gewichte 0,830 behandelt (welchem 1 oder 2 Tropfen einer ausserordentlich verdünnten Lösung von kaustischem Kali zugesetzt waren, um jede vorhandene freie Säure zu neutralisiren). Das Rübenpulver blieb zwei Tage mit dem Alkohol stehen, dann wurde dieser abgegossen und frischer Alkohol zugesetzt, der 12 Stunden damit in Berührung blieb. Diese Operation wurde fünf- oder sechsmal oder so lange wiederholt, als der Alkohol noch irgend etwas aufnahm. Die so gewonnenen alkoholischen Flüssigkeiten wurden vereinigt und filtrirt, dann bei niederer Temperatur bis zur Trockniss abgedampft und die getrocknete Masse mit absolutem Alkohol ausgewaschen, welcher keinen Zucker löste, sondern nur die Fette, Farbstoffe und Salze gänzlich entfernte."

Aber selbst nicht alle Chemiker gelangten nach diesem Verfahren zu befriedigenden Resultaten, denn Braconnot erhielt durch Trocknen der Rübe und nachherige Behandlung mit siedendem Alkohol eine gefärbte Lösung, welche abgedampft ausser den Zuckerkrystallen eine unkrystallisirbare schleimige Substanz zurückliess, die etwas weniger in Alkohol löslich war, als der eigentliche Zucker, aber niemals vollständig davon getrennt werden konnte.

Die irländische Commission führt in ihrem Berichte (siehe Vereinsschrift für Rübenzuckerindustrie, Bd. 3, S. 28 und 29) darüber an, „dass Rüben, die entweder auf zu stark gedüngtem oder frisch aufgebrochenem Lande gewachsen waren, nur mit grossen Schwierigkeiten im Wasserbade getrocknet werden konnten, ohne eine beträchtliche Alteration zu erleiden, die sich sowohl durch die starke Färbung, welche der getrocknete Rückstand dem Alkohol mittheilte, als auch durch die Menge eines schleimigen Stoffes verrathe, der bei Abdampfung des Alkohols zurückblieb."

„In allen Fällen, in denen wir ähnliche Resultate erhielten, konnten wir als Ursache der Veränderung entweder das Trocknen der Rübe (wenn die Hitze bei demselben zu gross war), oder die nachherige Behandlung mit siedendem Alkohol ansehen."

Durch alle diese Arbeiten wird unstreitig bestätigt: 1) dass absoluter Alkohol keinen Zucker löst; 2) dass die durch Abdampfung des alkoholischen Auszuges erhaltene Zuckermasse nicht aus reinem Zucker bestand, denn sie musste stets mittelst absoluten Alkohols erst von Fetten, Farbstoffen und Salzen gereinigt werden; 3) dass die Operation des Auslaugens keine kurze und endlich 4) dass das Trocknen der Rübenschnitte nicht nur vom wesentlichsten Einflusse auf die Schönheit des zu erzielenden Productes, sondern auch häufig mit grossen Schwierigkeiten verknüpft ist.

Herr Schützenbach macht nun (in seiner Denkschrift an den Verein für Rübenindustrie) dem bisherigen Verfahren der Saftgewinnung hauptsächlich folgenden Vorwurf:

„Der Hauptmangel, welcher allen alten Verfahrungsarten gemein ist, besteht darin, dass ein grosser Theil der stickstoffhaltigen, schleimigen Bestandtheile der Rüben zugleich mit dem Zucker ausgezogen werden, da die bisherigen Mittel nicht ausreichen, die vorerwähnten schädlichen Substanzen gänzlich aus dem Safte zu entfernen, und dadurch die Bildung einer Menge Melasse zu verhindern." Er sagt ferner, dass nach seiner Methode die Substanzen, welche während des weiteren Verlaufes der Fabrikation nachtheilig auf den krystallisirten Zucker einwirken könnten, sämmtlich in den Rückständen der Extraction zurückblieben, dass also keine Melassenbildung entstehen könne, weil durch die anfänglich vor sich gehende gänzliche Ausscheidung der erwähnten Substanzen die Veranlassung zur Melassebildung gleich von vorn herein beseitigt werde.

Diesen Behauptungen stehen nun sowohl die Untersuchungen des

Chemikers Dr. Grouven als auch des Dr. Scheibler entgegen. Der Erstere fand, „dass Alkohol von jedweder Stärke nicht reinen Zucker auszieht, sondern einen solchen, der beinahe derartig mit Eiweiss und Salzen verunreinigt ist, wie der mit Wasser extrahirte.“ Eine von Hrn. Dr. Scheibler mitgetheilte Analyse der nach dem Schützenbach'schen Verfahren erhaltenen Zuckerlösung ergab:

Wasser	50,29 Proc.
krystallisirbaren Zucker	48,78 „
durch Bleiessig fällbare organische Stoffe	0,16 „
Asche	0,62 „
	99,85 Proc.

Die Menge der durch Bleiessig fällbaren organischen Stoffe = 0,16 Proc. ist durchaus nicht so unbedeutend, da Dicksäfte gleicher Concentration nach dem alten Verfahren ebenfalls nicht mehr, ja mitunter selbst weniger davon enthalten.

Was den Aschengehalt anbetrifft, so haben wir in dem Artikel über Filtration gesehen, dass Dünnsäfte mit 14 Proc. Zucker nach der ersten Filtration 0,23 Proc. Aschenbestandtheile enthielten. Dies würde auf 48,88 Proc. Zucker 0,8 Proc. Asche betragen. Da nun diese Dünnsäfte noch Kalk enthalten, so erscheint der Unterschied von 0,8 und 0,62 Proc. Asche nicht so ausserordentlich zu Gunsten des Schützenbach'schen Verfahrens zu sprechen, besonders wenn man bedenkt, dass Schützenbach auch Kohle anwendet, dass also die salzärmere Probe Saft vielleicht nur das Resultat der Filtration in der ersten Stunde ist.

Stammer giebt den Salzgehalt der Dicksäfte zu 1,26 Proc. an. Ludwig Krieg fand im December 1859 bei sehr schlechten Rüben und jedenfalls schwacher Filtration, einen Aschengehalt von 1,4 Proc. in Dicksäften, die noch ein wenig Kalk enthielten, den wir zu 0,1 Proc. annehmen wollen. Es blieben dann freilich 1,3 Proc. Asche für Alkalien übrig. Die Versuche Schützenbach's haben aber unstreitig mit guten Rüben stattgefunden, wie auch in Stassfurth bekanntlich sehr gute Rüben cultivirt werden. Der Prüfstein eines Verfahrens kann aber nur sein, dass nach demselben auch schlechte Rüben besser und sicherer zu verarbeiten sind, als nach den bisher bekannten Methoden. Die Anwendung von mehr Kohle vorzüglichster Qualität würde den Aschengehalt der Säfte wesentlich vermindern und die an mehreren Orten gemachte Erfahrung muss erst lehren, bei welcher Fabrikationsmethode die wenigsten Alkalien zur Füllmasse gelangen. Vielleicht

bedient sich auch Herr Schützenbach noch anderer Mittel, deren Veröffentlichung man erst abwarten muss.

Wenn nun aber auch wirklich die Reinheit der nach dem Schützenbach'schen Verfahren erhaltenen Säfte eine erstaunenswerthe wäre, so würde die Zuckerausbeute doch schwerlich 90 Proc. aus 100 Theilen fester Masse übersteigen, wenigstens gelang es mir praktisch nicht, aus 100 Theilen trocknen Rohzuckers von 97 Proc. Zuckergehalt mehr als 90 Proc. Raffinadenzucker (ohne Papier) zu erzielen. Da wir nun jetzt 70 Proc. Ausbeute aus 100 Theilen Füllmasse haben, so würden (90 — 70 =) 20 Proc. Zucker mehr oder derselbe würde um diesen Betrag billiger gewonnen werden, wenn die Auslagen zu seiner Gewinnung sich nicht höher beliefen als bisher.

Ein nicht sehr viel Vertrauen erweckender Umstand ist aber der, dass Herr Schützenbach nach Erzielung einer tadellosen (?) Kläre von 28 bis 30° Bé. dennoch die Anwendung der Knochenkohle in dem Maasse empfiehlt, „als sie gewöhnlich bei Verarbeitung guten Rohzuckers in einer Raffinerie" angewandt wird. Gute Raffinerien wenden 60 bis 100 Proc. Kohle vom aufzulösenden Rohzucker an. Die Rübenzuckerfabrikanten wenden circa 20 Proc. derselben pro 100 Rübe an und da sie, wenigstens nach Schützenbach's Verheissungen, 10 Proc. Zucker aus 100 Rübe erzielen sollen, so betrüge die Menge der im Verhältnisse einer Raffinerie anzuwendenden Knochenkohle 6 bis 10 Proc. pro 100 Rübe oder circa die Hälfte der bis jetzt angewandten.

Wenn nun Hrn. Schützenbach's Verfahren aber vollkommen schleimfreie und salzlose Säfte lieferte, wozu dann noch eine Filtration vom halben Umfange, die doch auch Kosten verursacht, Zucker in Verlust bringt etc.? Diese Forderung scheint nur die Unreinheit der so gewonnenen Säfte zu bestätigen.

Die Ausziehung des Zuckers aus getrockneten Rüben durch Alkohol kann nicht viel vollständiger geschehen, als bei den jetzt bekannten Methoden aus grünen oder getrockneten Rüben, die 90 bis 92 Proc. Saft geben. 95 Proc. ist das Maximum oder die theoretische Angabe, die praktisch noch nicht erreicht worden ist. Ein kleiner Verlust findet sich bei allen Operationen. Dass absoluter Alkohol den Zucker nicht löst, ist bekannt; er wird nur in dem Maasse wirksam sein, als er mit Wasser verdünnt ist. So giebt denn auch Dr. Grouven an, dass er mit 70procentigem Alkohol in zwei Tagen, mit 80procentigem Alkohol in drei Tagen, mit 95procentigem Alkohol in 14 Tagen das

Ausziehen vollendet hatte. Zwar lässt sich im Praktischen durch eine geschlossene Auslaugebatterie und beständiges Ueberspringen die Zeit sowie die Menge des erforderlichen Spiritus wesentlich verringern, aber immer bleibt es eine feststehende Thatsache, dass Spiritus in dem Verhältniss mehr Zucker löst, als er mit Wasser verdünnt ist.

Der Verlust an Alkohol bei diesem Verfahren ist nicht so unbedeutend, er wird auf 5 Proc. vom Zucker geschätzt oder bei 1000 Ctr. täglicher Rübenverarbeitung und 100 Ctr. Zuckererzeugung auf 5 Ctr. Alkohol, was doch circa 40 Thlr. pro Tag oder 1 Sgr. 2,4 Pf. pro 100 Pfd. grüner Rübe beträgt, und dabei ist noch angenommen, dass der Alkohol aus den Träbern vollständig gewonnen werde, was indessen seine praktischen, wenn auch nicht unübersteiglichen, Schwierigkeiten hat, da die Träber der getrockneten Rüben bedeutend aufschwellen.

Eine der grössten Schwierigkeiten bei dem ganzen Verfahren bietet aber das Trocknen der Rüben, ohne den darin enthaltenen Zucker zu alteriren. Den jetzt allgemein gebräuchlichen Saftgewinnungsmethoden ist allerdings zum Vorwurf zu machen, dass sie die stickstoffhaltigen Substanzen der Rübe nicht nur mit ausziehen, sondern dieselben auch der Luft aussetzen, welche durch ihren Einfluss die Säfte mehr oder weniger rasch in Gährung zu versetzen und einen Theil des Zuckers dadurch zu zerstören im Stande ist. Dieser letztere Umstand scheint aber beim Schneiden der Rüben zum Trocknen ebenfalls stattzufinden. Die Rüben werden nämlich mit der in Fig. 70 bis 75 auf S. 296 und 297 abgebildeten und beschriebenen Schneidemaschine in dünne Prismen geschnitten und kommen dann auf die Trockendarren, zu deren Beschreibung wir uns gleich wenden wollen. Diese zerkleinerten Rüben, welche ebenfalls eine grosse Oberfläche der Luft darbieten, bleiben dem schädlichen Einflusse derselben wenigstens so lange ausgesetzt, als sie nicht schon einen grösseren Theil des Wassers verloren haben, was im allergünstigsten Falle wenigstens eine Stunde beansprucht. Da nun die Saftgewinnung aus frischen Rüben ebenfalls nicht länger dauert, so stehen in dieser Beziehung beide Methoden auf ziemlich gleicher Stufe.

Die Mittel, sich dagegen zu schützen, wären jedoch vielleicht bei der Trockenmethode leichter zu erreichen. Wenn man nämlich nicht nöthig hätte, Knochenkohle bei diesem Verfahren anzuwenden, so würde die Befeuchtung der Rübenschnitte mit einer schwachen Lösung von schwefligsaurem Kalke genügen, dieselben vor Oxydation zu

schützen und nicht nur vollkommen weiss zu erhalten, sondern sie auch wahrscheinlich länger zu conserviren.

Die Anwendung von Kalk dürfte hier ebenfalls angezeigt erscheinen, da derselbe, obgleich er den Rübenschnitten eine grüne Farbe ertheilt, sie doch vor rascher Zersetzung schützt und das Trocknen beschleunigt. Die Schwierigkeit, den Kalk wieder daraus zu entfernen, und der Verlust der ausgelaugten Rübenschnitte als ein sehr schätzbares Futtermaterial lassen jedoch die letztere Modification nicht vortheilhaft erscheinen; jedenfalls ist eine vorwurfsfreie Trocknung der Rüben ein schwierig zu lösendes Problem.

Die bisher bekannten Trockenvorrichtungen sind noch recht unvollkommen; die Temperatur ist keine vollkommen gleichmässige an allen Punkten des Trockenapparates; ihre Wirkung ist noch zu abhängig von der Geschicklichkeit der Arbeiter, von der Beschaffenheit des Windes, Wetters und dergleichen mehr. Die ungleiche Grösse der prismatischen Rübenschnitte verursacht ferner auch eine Ungleichmässigkeit des Trocknens, da die kleinen Rübenschnitte eine verhältnissmässig grössere Oberfläche darbieten, also rascher trocknen, als die dickeren Schnitte, so dass bei vollständigem Trocknen der letzteren, die schon getrockneten leicht durch unnöthige Wärme leiden würden.

Da also von dem rationellen Trocknen der Rüben die Erfolge der Zuckerausbeute wesentlich abhängen, so ist dem Fabrikanten anzurathen, die Rüben entweder selbst zu trocknen oder doch diese Arbeit wohl überwachen zu lassen.

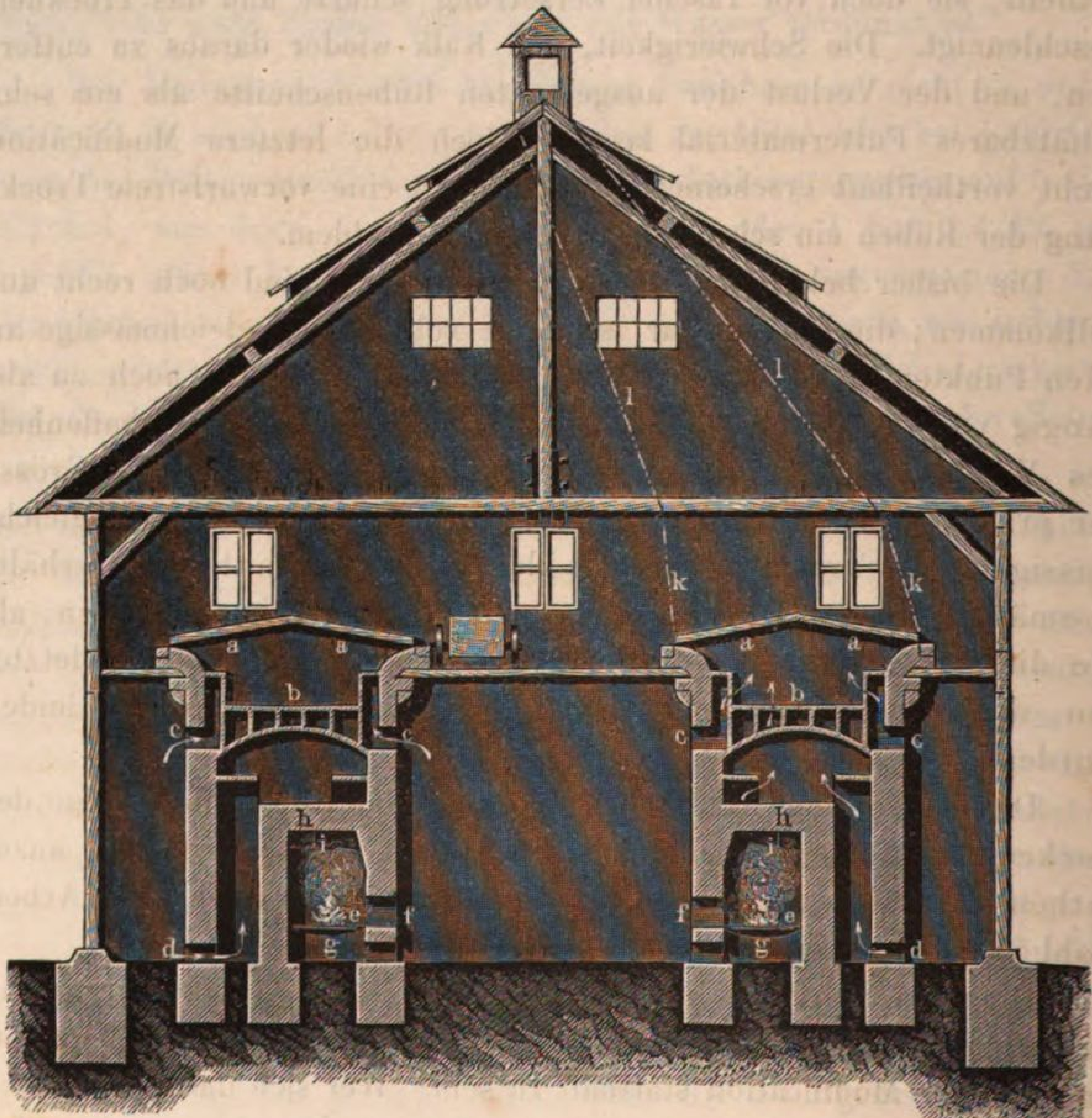
Die Idee Schützenbach's, dass das Trocknen der Schnitte abgesondert betrieben werden könnte, scheint mir demnach immer nur unter dieser Modification statthaft zu sein. Wer sich darauf verlassen wollte, nur von Anderen getrocknete Rüben zu kaufen, würde wahrscheinlich bedeutende Schwierigkeiten in der Fabrikation zu überwinden haben.

Die jetzt gebräuchlichen Darren sind entweder derart construirt, dass die Rübenschnitte mittelst direct zugeleiteter Feuerluft (sogenannte Rauchdarren), oder mittelbar durch erwärmte Luft getrocknet werden.

Die Einrichtung dieser Rauchdarren, bei welchen die Feuerluft mit mehr oder weniger atmosphärischer Luft vermischt, direct unter die Rübenschnitte geführt wird, zeigen die beifolgenden Abbildungen, Fig. 194 und 195 (a. f. S.), eines Trockenhauses, wie es 1846 in Alts-

hausen bestand und zur Heizung mit Torf eingerichtet war. Wenn auch für die Heizung mit Coaks, Steinkohlen, Holz oder dergleichen einige Anderungen anzubringen sind, so wird diese Abbildung doch

Fig. 194.

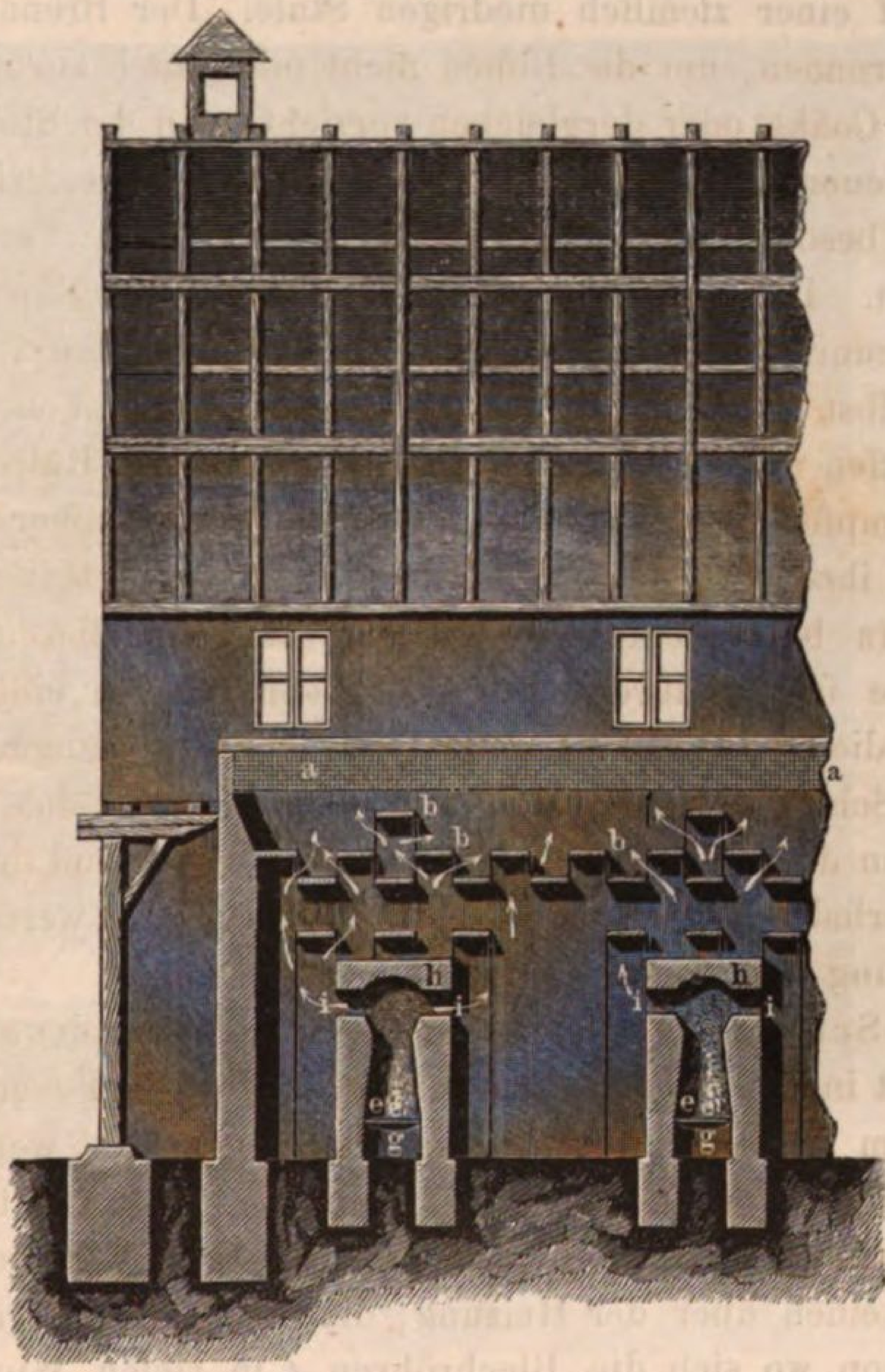


genügen, das allgemeine Princip dieser Darren zu verdeutlichen. Die hier abgebildeten Darren werden Satteldarren genannt, weil die Darrflächen *a a* in der Mitte sattelförmig erhöht sind, um die Arbeit des Wendens der Schnitte zu erleichtern. Die Darrflächen bestehen aus eisernen Drahtgeflechten, welche der warmen Luft einen möglichst vielfältigen Durchgang darbieten, und so eine vielfache Berührung derselben mit den darauf liegenden Rübenschnitten bewirken.

Unter der Darrfläche *a a* ist ein mehrfach durchbrochenes Gewölbe *b*, welches den Zweck hat, die von unten aufsteigende Feuerluft

möglichst zu vertheilen und gleichmässig unter die Darrfläche treten zu lassen. Die Oeffnungen *c c* und *d d* dienen zum Zulassen von Luft, so dass man durch theilweises Verschliessen derselben eine beliebige

Fig. 195.



Menge kalter Luft sich mit den Verbrennungsproducten mischen lassen und die Temperatur derselben nach Bedürfniss erniedrigen kann. *e e* sind die mit Rosten versehenen Feuerungen mit den Feuerthüren *f* und dem Aschenfalle *g*. Durch das Gewölbe *h*, das durch bald eintretende Erhitzung rauchverzehrend wirkt, wird die Feuerluft genöthigt, zu den seitlichen Oeffnungen *i i*, Fig. 195, auszutreten, um sich dann vielfach an den Gewölben *b* zu vertheilen und ziemlich gleichmässig aufzusteigen. Die Rübenschnitte werden auf einer Seite der Darre aufgetragen und dann fleissig gewendet oder „umgeschippt“, wobei man sie zugleich nach und nach dem anderen Ende der Darre

zuführt. Dadurch und durch die grössere Zahl der Oefen hat man die Temperatur und das gleichmässigere Trocknen ziemlich in der Gewalt.

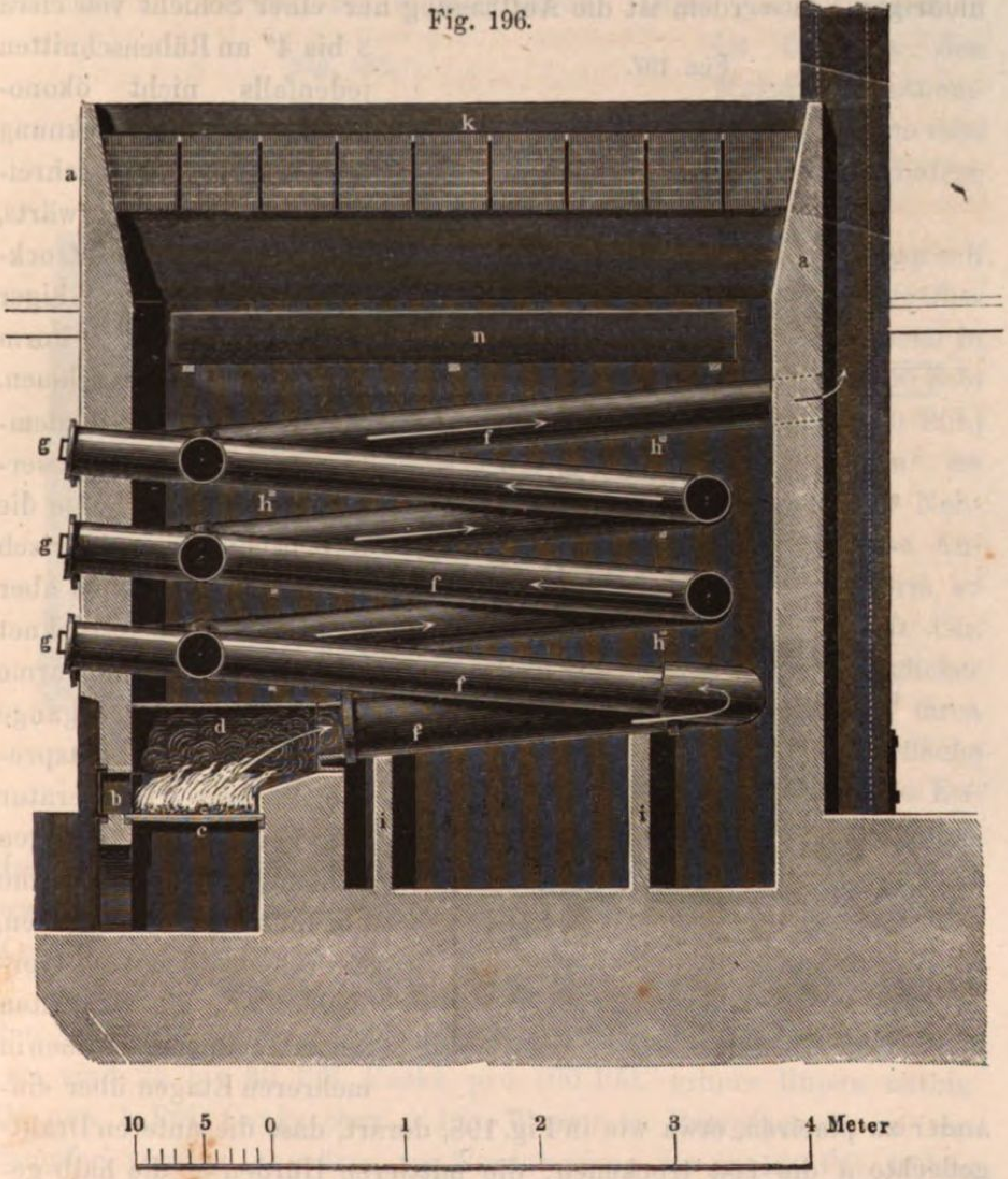
Indessen steht die Construction dieser Trockeneinrichtung jedenfalls noch auf einer ziemlich niedrigen Stufe. Der Brennstoff muss rauchlos verbrennen, um die Rüben nicht mit Rauch anzuschwärzen, weshalb man Coaks oder dergleichen vorzieht. An der Stelle der gewöhnlichen Feuerungen ist daher im Magdeburgischen vielfach der Gasfeuerung (besonders mit Braunkohle) der verdiente Vorzug eingeräumt worden. Diese Feuerungsart verhindert jeden Rauch und liefert auch pecuniär günstige Resultate. Was aber den Process des Trocknens selbst anbetrifft, so wird die aufsteigende Feuerluft beim Zusammentreffen mit der Schicht von kalten, feuchten Rübenschnitten mit Wasserdämpfen gesättigt, dabei aber mehr oder weniger abgekühlt, und daher an ihrem Aufsteigen theilweise verhindert. Man findet deshalb besonders bei feuchtem, nebligem Wetter in diesen Trockenanstalten eine fast undurchsichtige Atmosphäre. An einigen Orten sind deshalb die in Fig. 194 angedeuteten Klappen *k* angewendet, die sich an den Schlot *l* anschliessen und so wenigstens das Verbreiten des Rauches in dem ganzen Raume verhindern, während der Schlot *l*, welcher ausserhalb des Daches noch bedeutend erhöht werden könnte, zur Beförderung des Zuges dient.

Eine von Schützenbach angegebene Construction der anderen Art von Darren ist in Fig. 196 und 197 dargestellt. *b* ist die Feuerthür, *c* der Rost, auf dem jedes beliebige Brennmaterial gebrannt werden kann, da die Verbrennungsproducte desselben mit den Rüben nicht in directe Berührung kommen. *d* ist eine Kappe aus Gusseisen oder besser feuerfesten Steinen über der Heizung, die in die gusseiserne Röhre *e* ausmündet, von wo sich die Blechröhren *f* in vielen Windungen in dem Raume ausbreiten. Diese Röhren sind durch Abnahme der Verschlussdeckel *g* inwendig leicht zu reinigen. Die Verbrennungsproducte treten, nachdem sie sämmtliche Röhren *f* durchzogen und den grössten Theil ihrer Wärme abgesetzt haben, in den Schornstein *m*, so dass der Zug, also die Verbrennung des Feuers unabhängig von der Dicke der aufgeschütteten Rübenschicht ist.

Die gusseiserne Röhre *e* ruht auf den Mauern *i i*, die Blechröhren *f* auf den Trägern *h*. *l l* sind Oeffnungen, zu denen die Luft eintreten kann, welche die durch die Röhren *f* erwärmten und in Folge dessen aufgestiegenen Luftschichten zu ersetzen bestimmt ist. *n* ist ein Dach

von Blech, theils um die Luft gleichmässiger zu vertheilen, theils um die etwa durch die sattelförmigen Drahtgeflechte *h* fallenden Rüben-

Fig. 196.

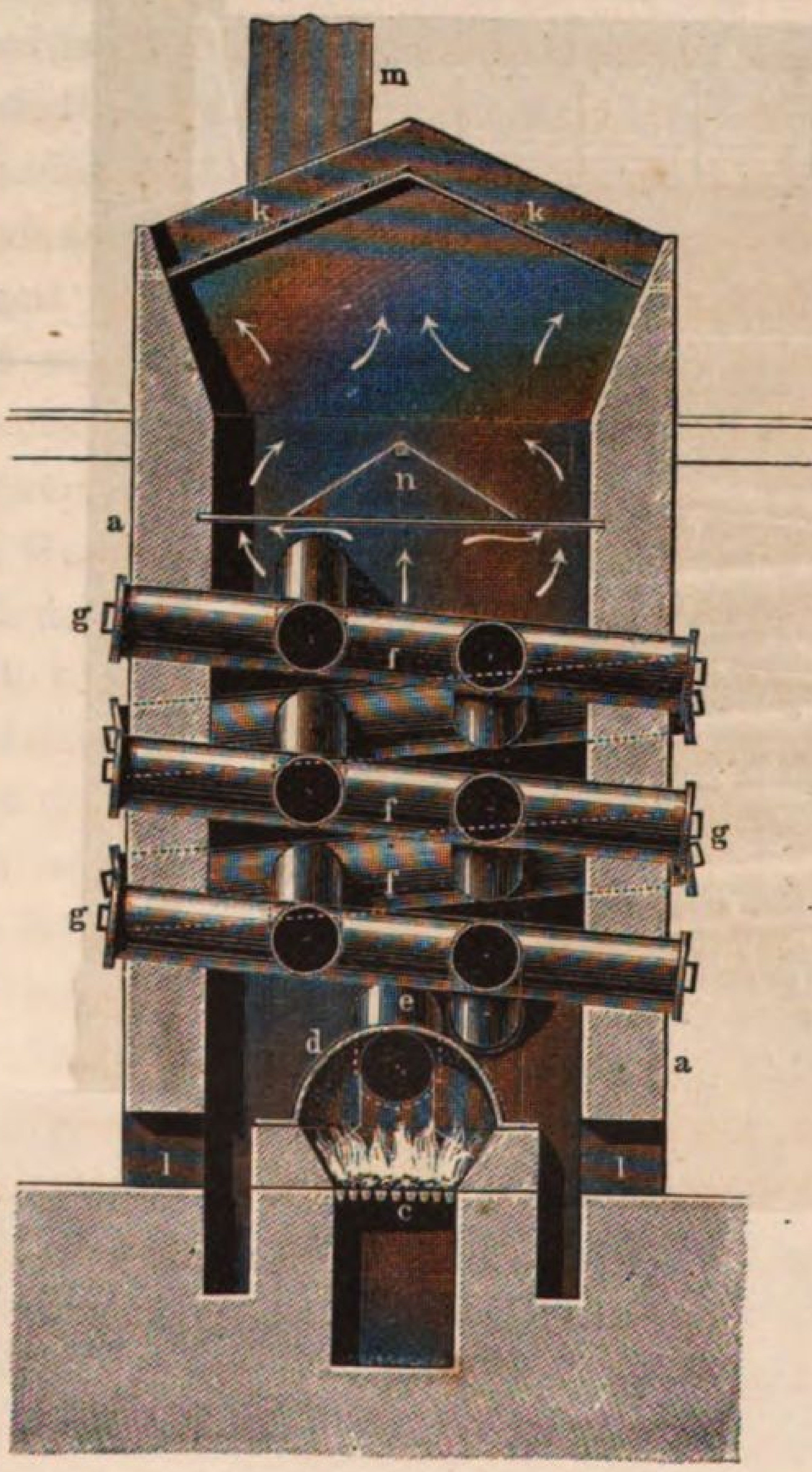


schnitte von den heissen Röhren abzuleiten und so vor dem Verbrennen zu schützen.

Diese Disposition soll nur sehr wenig Brennstoff mehr erfordern als die frühere. Der Umstand jedoch, dass die Feuerluft in der Mitte der Röhren mit den äusseren Flächen weniger in Berührung kommt und deshalb ihre Wärme nicht genügend abgeben kann, lässt die Anwendung senkrechter Röhren, in denen die Verbrennungsproducte sich abwärts zu bewegen gezwungen sind, ökonomischer erscheinen.

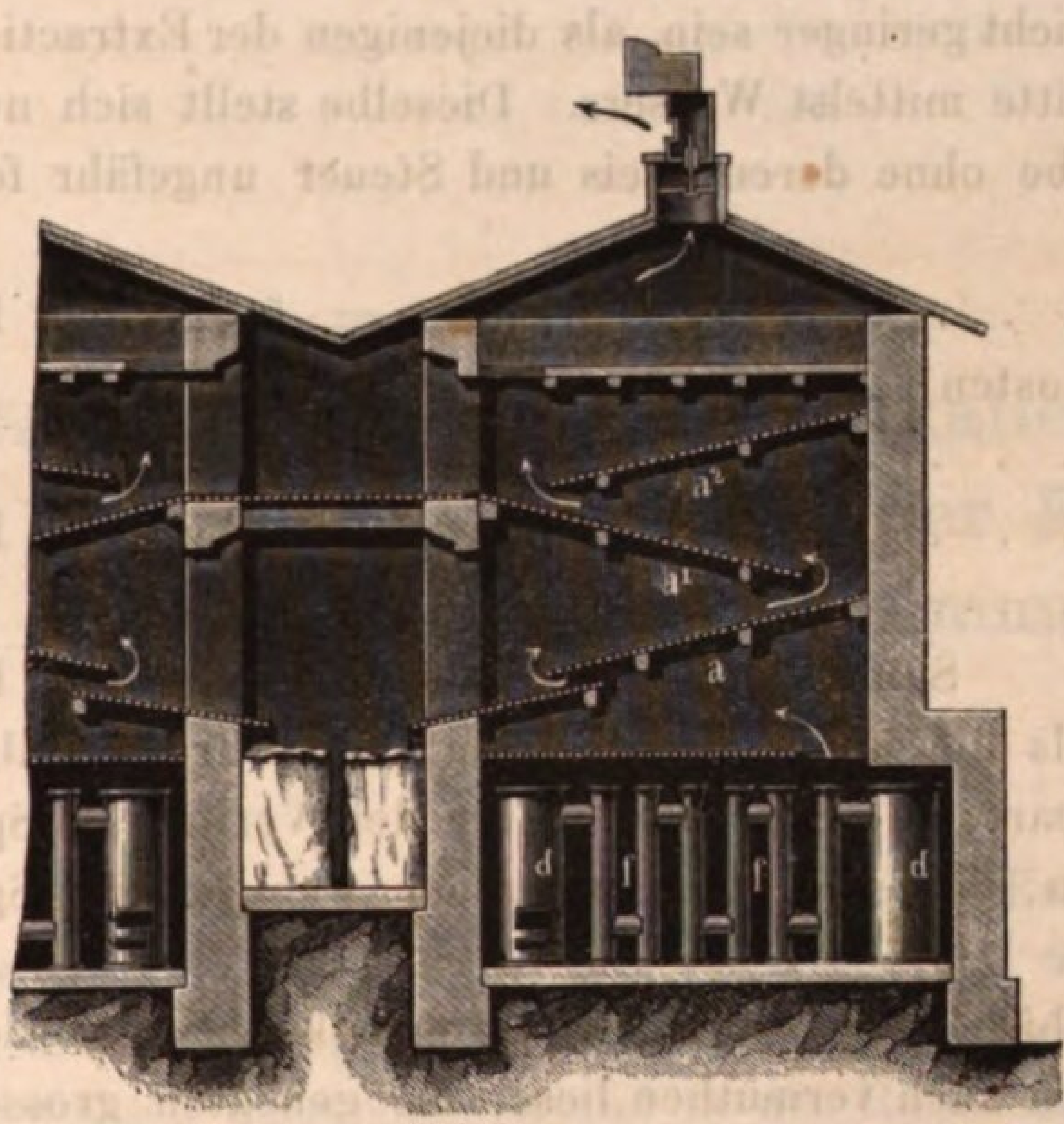
Die Reinigung der Röhren wäre dabei eben so leicht, die Mittheilung der Wärme wahrscheinlich besser, und der ganze Darrapparat würde niedriger. Ausserdem ist die Auftragung nur einer Schicht von circa 3 bis 4″ an Rübenschnitten jedenfalls nicht ökonomisch, denn die Trocknung der Rübenschnitte schreitet um so rascher vorwärts, als die erwärmte Luft trockner und folglich fähiger ist, mehr Wasser in Form von Dampf aufzunehmen. Sie wird nun auch ziemlich gesättigt mit Wasserdämpfen sein, so lange die Rübenschnitte noch frisch sind. Wenn dieselben aber schon theilweise getrocknet sind, so würde die warme Luft bei ihrem Durchgange sich nicht mehr entsprechend ihrer Temperatur mit Feuchtigkeit sättigen können, also viel Wärme ungenutzt verloren gehen. Es scheint demnach vortheilhafter, die Schichten der zu trocknenden Rüben in mehreren Etagen über einander zu placiren, etwa wie in Fig. 198, derart, dass die unteren Drahtgeflechte *a* die fast trockenen, die mittleren Hürden *a′* die halb getrockneten und die obersten a^2 die grünen, frischen Schnitte enthielten. Auf diese Weise bewegte sich die durch die Oefen *d* und vertical gestellten Heizröhren *f* erwärmte Luft von unten nach oben dem zu trocknenden Materiale, welches durch Umwenden auf den schrägen Hürden langsam von oben nach unten fortbewegt würde, entgegen, und würde so durch Vorwärmung der oberen Schichten die Wärme am besten ausgenutzt. Die Fortbewegung der Rübenschnitzel liesse sich auch auf mechanischem Wege bewerkstelligen. Die Erfahrung

Fig. 197.



müsste jedoch durch sorgfältige Untersuchung und Beobachtung des Hygrometers und dergleichen erst feststellen, wie viele solcher Drahtgeflechte mit Vortheil anzuwenden wären. Diese ganze Disposition ist übrigens den Malzdarren entnommen, die einen sehr guten Effect liefern sollen.

Fig. 198.



Nach Knapp soll jeder Quadratfuss einfacher Darren in 24 Stunden 30 Kilo Rüben (= 60 Pfd.) zu trocknen im Stande sein. Nehmen wir diese Angaben als Norm, so würden 1000 Ctr. Rüben täglicher Verarbeitung circa 1700 □′ Darrfläche erfordern. Die Kosten des Trocknens sind schon auf S. 304 dieses Werkes angegeben und auch dort schon erwähnt, dass dieselben eben so viel betragen, wie sämmtliche Kosten der Saftgewinnung nach dem alten Verfahren.

Die Hauptunkosten bei diesem Verfahren sind in dem bedeutenden Aufwande an Brennstoff und Arbeitskraft zu suchen. An ersterem sind 25 bis 30 Pfd. Coaks pro 100 Pfd. grüner Rüben nöthig. Da nun 1 Pfd. Coaks etwa 6 Pfd. Wasser in Dampfkesseln zu verdampfen vermag, so wären zur Verdampfung der in 100 Pfd. Rüben enthaltenen 82 Pfd. Wasser eigentlich nur (82 : 6 =) 13,7 Pfd. Coaks erforderlich. Da nun aber in der Praxis beiläufig das Doppelte dieser Brennstoffmenge verbraucht wird, so erhellt daraus für den Techniker, wie grosse Fortschritte noch in der Trocknung der Rüben zu machen sind.

Die Grösse der zu dieser Operation erforderlichen Arbeitskraft stellt sich für 1000 Ctr. frischer Rüben = 180 Ctr. trockener Rüben à 0,7 bis 0,6 Arbeitsschicht auf 126 bis 108 Arbeitsschichten; während

bei der Saftgewinnung aus grünen Rüben höchstens (35 . 2 =) 70 Arbeitsschichten nöthig gewesen wären.

Was nun die billigere Production des Zuckers nach diesem Verfahren anbelangt, so kann diese, wie schon oben bemerkt, höchstens in der grösseren Ausbeute liegen, denn die Kosten der Extraction mit Alkohol dürften doch nicht geringer sein, als diejenigen der Extraction der getrockneten Schnitte mittelst Wassers. Dieselbe stellt sich nun aber für 100 grüne Rübe ohne deren Preis und Steuer ungefähr folgendermaassen:

Trockenkosten	= 17,5	Kreuzer	= 5	Sgr.	—	Pf.
Rohzuckerfabrikationskosten .	= 12,98	„	= 3	„	8,5	„
Extraordinaria	= 13,63	„	= 3	„	10,1	„
bis zum Rohzucker	= 44,11	Kreuzer	= 12	Sgr.	6,6	Pf.
Raffinirkosten	= 7,41	„	= 2	„	1,4	„
Summa	51,52	Kreuzer	= 14	Sgr.	8	Pf.

also nicht niedriger als die jetzige Fabrikation, und würden selbst die Raffinirkosten gespart, so wäre doch dafür der Verlust an Spiritus zu berücksichtigen, der, wie oben angegeben, wenigstens 1 Sgr. 2,4 Pf. betragen dürfte.

Nach Allem, was bisher über dies Verfahren bekannt geworden ist, haben sich, wie sich auch vermuthen liess, die gehegten grossen Erwartungen nicht bestätigt, indem die grösseren Kosten nicht durch eine grössere Zuckerausbeute gedeckt wurden. Eine vielleicht mögliche günstige Modification des Verfahrens muss daher noch der Zukunft vorbehalten bleiben.

Ueber die Menge der Alkalien, welche von der Knochenkohle bei der Filtration der Rübensäfte aufgenommen wird.

Die Salze der Alkalien und alkalischen Erden, die von den Rüben (je nach dem Boden, auf dem sie gewachsen, und der Düngung, die zu ihrer Cultur angewendet wurde) unter den jedesmaligen klimatischen Einflüssen aufgenommen und in den Rübensäften der Zuckerfabriken in dem Mengenverhältniss von 0,5 bis 1,4 Proc. gefunden werden, üben trotz dieser anscheinend geringen Menge den gewichtigsten und folgereichsten Einfluss auf die Gewinnung des Zuckers aus Runkelrüben aus. Sie verhindern nicht nur eine ihrer Menge proportionale Quantität Zucker am Krystallisiren, sondern üben auch einen schädlichen Einfluss auf die Qualität desselben aus.

Die Einwirkung dieser Salze muss sich nun natürlich mit der Menge, in der sie auftreten oder in der Fabrikation abgeschieden werden, vergrössern oder verringern, und dieser Punkt ist es, dem ich meine Aufmerksamkeit widmete, nämlich festzustellen: **wie viel von den verschiedenen Salzen der Rübensäfte durch die Knochenkohle bei der Filtration aufgenommen wird.**

Ein zweiter wichtiger Punkt dabei ist unstreitig die Form, unter der ein Alkali mit dem Rübensafte die Fabrikationsstadien durchläuft. Es ist, wie schon früher erwähnt, keineswegs gleichgültig, ob Kali z. B. in Form von Aetzkali, kohlensaurem, phosphorsaurem oder salzsaurem Kali den Zucker im Safte auf seinem Wege durch verschiedene Temperaturen begleitet. Der Einfluss dieser verschiedenen Salze auf den

Zucker ist ein wesentlich verschiedener, und es liegt grösstentheils in der Macht des Rübenzuckerfabrikanten (namentlich wenn er zugleich die Rübe für die Fabrikation selbst erzeugt) diese Formen oder Verbindungen theilweise nach seiner Wahl und Einsicht zu leiten und zu ändern. Diese Seite der Frage (nämlich die chemische Einwirkung der Salze auf den Zucker) ist übrigens schon von mehreren Seiten bearbeitet worden, weshalb ich mich in Folgendem nur auf die Menge der Salze beschränkte, die in den verschiedenen Formen von der Knochenkohle absorbirt werden; eine Seite, die bis jetzt noch immer zu wenig ventilirt ist. Ja es schien mir der Abdruck dieser schon in Dingl. polyt. Journ. Bd. CLXI veröffentlichten Arbeit in diesem Werke um so mehr geboten, als behauptet wurde (unter Anderem auf der Generalversammlung der Zuckerfabrikanten in Prag 1859, siehe S. 25 und 27 der Verhandlungen), dass die Alkalien von der Kohle bei der Filtration nicht aufgenommen würden und meistens wohl ein gleicher quantitativer Gehalt an Salzen in die Nachproducte überginge.

Noch im Jahre 1863 behauptete Herr Dr. Weiler (das Possoz'- und Perrier'sche Verfahren, S. 17): „Die Entsalzung der Säfte durch die Knochenkohle ist jedoch ebenfalls eine rein imaginäre Annahme. Es werden allerdings im Spodium geringe Mengen von Salzen zurückgehalten, durch die Absüsswässer gelangen jedoch die Salze wieder vollständig in die Säfte etc."

Es mag zwar möglich sein, dass dieser Herr alle Salze ausgewaschen hat, nämlich im Laboratorium mit vielleicht hundert Abwaschungen; aber in der Praxis, wo der Fabrikant nur drei Wässer auf die Kohle giebt (die doppelte Gewichtsmenge der Kohle), ist es entschieden unrichtig, zu sagen, dass die Salze durch die Absüsswässer wieder vollständig in die Säfte gelangten.

Auch hat Herr Dr. Stammer nachgewiesen, dass 13 bis 30 Proc. der Salze in der Kohle zurückbleiben (Dingl. polyt. Journ. Bd. CLX, S. 378). Ebenso veröffentlichte im Jahre 1862 (Dingl. polyt. Journ. Bd. CLXVI, S. 294) Herr Dr. Renner aus Hamburg in einer höchst geistreichen Arbeit über Kohle Folgendes:

„Nach 25maligem vergeblichen Auskochen und 25maligem Abspülen mit destillirtem Wasser gab ich es auf, das Aetznatron auf diesem Wege aus der Kohle vollständig entfernen zu wollen."

Wenn Dr. Weiler's Behauptung richtig wäre, so würde die Filtration vollständig zwecklos sein.

Dass die Knochenkohle einen grossen Theil der organischen Stoffe aus den Pflanzensäften zu absorbiren im Stande ist, war von Anfang an aus der Entfärbung der Lösungen ersichtlich gewesen und war der Grund ihrer Anwendung in der Zuckerfabrikation.

„Graham fand später, dass auch unorganische Substanzen der Wirkung der Knochenkohle unterworfen sind, wie Kalk, Kali und basische Metallsalze. Nach Chevallier's Versuchen wurden neutrales, essigsaures und salpetersaures Blei durch Thierkohle vollkommen absorbirt. Weppen's Untersuchung ergab, dass sich die Wirkung der Kohle wahrscheinlich auf alle Metallsalze erstreckt. Aus den vorhandenen Beobachtungen geht hervor, dass das Absorptionsvermögen der Knochenkohle sich auf eine grosse Anzahl Stoffe der verschiedenartigsten chemischen Natur erstreckt, aber nach Maassgabe dieser chemischen Zusammensetzung von sehr verschiedener Intensität ist.“ (Knapp.)

Diese im Auszuge mitgetheilten Untersuchungen sind nun theilweise unter Verhältnissen ausgeführt, welche für die Vorgänge in der Rübenzuckerfabrikation gar nicht maassgebend sein können, so z. B. wurde die Einwirkung der Kohle auf jene Substanzen oft 2 bis 6 Tage verlängert, während der Zuckerfabrikant der leichten Zersetzbarkeit der Rübensäfte wegen nur 1 bis 2 Stunden für die Dauer der Wirkung zur Verfügung hat. Es war mir daher daran gelegen, die Versuche nach einer Wirkung von so kurzen Zeiträumen, wie sie in der Zuckerfabrikation üblich sind, zu unterbrechen. Die Absorption der Alkalien und deren Salze, als den Repräsentanten der in den Rüben vorkommenden unorganischen Substanzen, von der Knochenkohle unter den in der praktischen Fabrikation gegebenen Verhältnissen scheint mir aber von der höchsten Wichtigkeit und bisher zu wenig beachtet zu sein.

Es wurden zu dem Zwecke schwache Lösungen der Alkalien und deren Salze, wie sie in rohen oder in den durch die Fabrikation veränderten Rübensäften auftreten können, bei 15° C. über 25 Proc. ihres Gewichtes guter, nur einmal in einer Raffinerie gebrauchter Knochenkohle filtrirt und das Filtrat wieder zurückgegossen, so dass es zweimal die Kohlenschicht passirte in der Dauer einer Stunde. Zu allen Versuchen wurde dieselbe Qualität Kohle gleicher Körnung verwandt. Zum Auswaschen (ein Vorgang, der dem Aussüssen der Filter in den Zuckerfabriken ganz analog ist) wurde die vierfache Gewichtsmenge

der Kohle an destillirtem Wasser verwendet (also um 1/3 mehr als in dem praktischen Fabrikbetriebe angewandt wird).

Die folgende Zusammenstellung enthält die dabei erzielten Daten, in Procenten der ursprünglichen Menge Alkali ausgedrückt. Es wurden z. B. 200 Cub.-Cent. einer Lösung, welche 2 Gramme Aetzkali enthielt, über 25 Gramme Kohle filtrirt. In dem erhaltenen Filtrate fanden sich nur 1,416 Gramme Aetzkali vor, oder 70,8 Proc. der ganzen Menge (2 : 1,416 = 100 : x). Durch 200 Cub.-Cent. destillirten Wassers wurden ferner ausgewaschen 0,314 Gramme oder 15,7 Proc.; oder in Summa 70,8 + 17,7 Proc. = 86,5. Der Rest oder 13,5 Proc. waren daher von der Kohle absorbirt.

Demnach dürften die Zahlen der folgenden Tabelle leicht verständlich sein.

Nach der Filtration über Knochenkohle					
Von 100 Theilen der folgenden Salze	fanden sich noch			waren absorbirt	Bemerkungen.
	im Filtrate Proc.	im Wasch-wasser Proc.	in Summa Proc.		
Kali als Aetzkali	70,8	15,7	86,5	13,5	warm 60° C.
	66,7	16,7	83,4	16,6	„ 15° C.
	66	17,5	83,5	16,5	
	46,5	33,5	80	20	50 Proc. Kohle.
„ kohlensaures Kali . .	50	25	75	25	
	68,4	15	76,4	23,6	schlechte Kohle.
	37	25	63	37	50 Proc. Kohle.
	58	18,6	76,6	23,4	
„ Chlorkalium	76	21	97	3	
	80,5	18,2	98,7	1,3	
„ phosphorsaures Kali .	55,3	13,3	69,3	31,4	
„ salpetersaures Kali .	40,6	16,2	56,8	43,2	
	78,5	15	93,5	6,5	
	84	15	99	1	
„ citronensaures Kali .	67,8	20	87,8	12,2	
„ schwefelsaures Kali .	59	18,6	77,6	22,4	
Natron als kohlensaures Natron	52,5	23,5	76	24	
	59	22,6	81,7	18,3	60° C. warm.
„ Chlornatrium	74,5	24,5	99	1	
„ phosphorsaur. Natron	51	16,6	67,6	32,3	
	56	16	72	28	
„ salpetersaures Natron	80	15	95	5	
„ schwefelsaures Natron	63	16,6	79,6	20,4	
Magnesia, schwefelsaure	42,5	8,5	51	49	

NB. Es ist hier zu bemerken, dass die Wechselzersetzungen, welche z. B. zwischen phosphorsauren und schwefelsauren Alkalisalzen und dem kohlensauren Kalk der Kohle eintreten und wodurch dann andere Verbindungen im Filtrate entstehen, nicht berücksichtigt wurde. Es handelte sich hier nicht um die qualitative, sondern einfach um die

quantitative Bestimmung der ganzen Menge alkalischer Salze, wie sie in der Praxis allein in Betracht kommt.

Aus dieser Tabelle erhellt auf das Evidenteste, dass ein nicht unbedeutender Theil (nämlich 13 bis 24 Proc.) von den ätzenden und kohlensauren Alkalien *) durch die in den Rübenzuckerfabriken gewöhnlich angewendete Menge Knochenkohle absorbirt wird oder werden kann; dass mithin die Knochenkohle durch kein anderes Mittel aus den Fabriken zu verdrängen ist, als durch ein derartiges, welches wenigstens eben so viele unorganische Substanzen aus den Rübensäften wirklich entfernt und nicht nur in andere Verbindungen überführt.

Es folgt aber hieraus auch, dass die Kohle Kali und Natron bei der jedesmaligen Filtration (oder überhaupt bei längerer Berührung mit alkalischen Lösungen) aufnimmt, welche Alkalien durch Auswaschen selbst mit dem fünffachen Gewichte Wasser nicht wieder zu entfernen sind. Diese Alkalien etc. müssen daher aus der Kohle jedesmal durch eine Säure wieder entfernt werden, wenn das Absorptionsvermögen der Kohle für diese Stoffe nicht endlich verringert werden soll zum grössten Nachtheil des Rübenzuckerfabrikanten, dessen Ausbeute an Krystallzucker damit in genauer Verbindung steht.

Es erhellt ferner aus obiger Tabelle, dass der Gehalt der Rübensäfte an Salzen nach der Filtration in den Fabriken nicht für alle Fälle von gleicher Menge ist, wie mitunter behauptet wird, und es ist nicht nur höchst interessant, sondern auch im höchsten Grade belehrend und viele praktische Vorkommnisse in den Fabriken aufklärend, aus obiger Zusammenstellung die Verschiedenartigkeit des Absorptionsvermögens der Knochenkohle für verschiedene Salze, die in den Rübensäften enthalten, unter den in den Fabriken obwaltenden Verhältnissen zu verfolgen.

So z. B. ist es eine bekannte Thatsache, dass Rüben aus salpeterhaltigem Boden, die mithin Salpeter in ihren Säften enthalten (da die Rübe die Fähigkeit besitzt, denselben aufzunehmen), wenig und schlechten Zucker geben, wobei die Gesammtmenge der in den Rübensäften vorhandenen Salze oft nicht grösser ist (und nicht grösser zu sein braucht, um ein solches Resultat herbeizuführen) als in anderen Fällen, wo sich Rübensäfte sehr gut verarbeiten lassen und guten, hellen Zucker geben.

*) Ich füge noch hinzu, dass doppelt kohlensaure Alkalien in noch bedeutenderer Menge absorbirt werden.

Dazu kommt noch, dass nach Anthon's schönen Untersuchungen Salpeter in qualitativer Hinsicht gar nicht so schädlich auf die Krystallisation des Zuckers einwirkt, als man früher geneigt war zu glauben.

Ein Blick auf die obigen Zahlen genügt aber in der That zu sehen, dass Salpeter von der Knochenkohle während der Filtration gar nicht oder doch fast gar nicht absorbirt wird. Enthielte nun ein Rübensaft z. B. 0,6 Proc. Salpeter, während der andere einen Kaligehalt von 0,6 Proc. hätte, so würde der zum Kochen gelangende Saft immer noch 0,6 Proc. Salpeter und in der Füllmasse circa (8 . 0,6 =) 4,8 Proc. Salpeter haben, während der Kaligehalt des anderen Saftes um 25 Proc. und mehr vermindert werden könnte, wonach dieser Saft nach der Filtration nur noch 0,45 Proc. oder in der Füllmasse (8 . 0,45 =) 3,6 Proc. Salze aufweisen würde. Denken wir uns nun z. B. für diesen Fall die chemische Einwirkung beider Salze auf den Ertrag an Zucker gleich*), so dass durch einen Theil Salz in beiden Fällen 6 Theile Zucker unkrystallisirbar gemacht würden,

dann würden durch 4,8 Proc. Salpeter = 28,8 Theile Zucker in die Melasse übergeführt

und durch 3,6 Proc. Kali nur 21,6 „ „

Demnach würden bei Salpeter 7,2 Theile Zucker per 100 mehr verloren, oder so viel mehr Melasse gewonnen, und da der Rübenzuckerfabrikant circa 10 Proc. Füllmasse erzielt, so macht dies 0,72 Proc. aus 100 Rübe! Es müssen daher die Rübenerzeuger so lange dahin trachten, gar keine salpetersauren Salze in die Rübe während ihres Wachsthums überzuführen, als es in der Fabrikation noch nicht möglich ist, dieses Salz aus den Rübensäften zu entfernen.

Eine andere wichtige Thatsache, die sich beim Ueberblicke dieser Tabelle zeigt, ist die, dass salzsaure Alkalien von der Kohle gar nicht (oder doch fast gar nicht) aufgenommen werden. Diese Thatsache ist übrigens von mehreren Chemikern in neuerer Zeit constatirt worden, wie z. B. von Dr. H. Schwarz (polytechn. Journal Bd. CLIX, S. 316).

Daraus ergiebt sich nun erstens die Möglichkeit, die von der Kohle absorbirten ätzenden und kohlensauren Alkalien vollkommen

*) Ich weiss sehr wohl, dass Salpeter und Kali keine gleiche chemische Einwirkung auf den Zucker haben; ich supponire nur hier den Fall der chemischen Gleichheit, um das Mengenverhältniss ins Licht treten zu lassen, das durch die physische Eigenschaft des Dazwischentretens auf das Krystallisiren und die Ausbeute an Zucker einen nicht gering anzuschlagenden Einfluss ausübt.

wieder zu entfernen, indem man sie in salzsaure verwandelt, die nun leicht und vollständig wieder ausgewaschen werden können. Dies ist freilich in Bezug auf den von der Kohle absorbirten Kalk bekannt, ich erwähne es hier nur mit besonderem Nachdruck für Kali und Natron um die Anwendung der in obiger Tabelle zusammengestellten Resultate für die Praxis theilweise zu verdeutlichen.

Daraus ergiebt sich aber auch zweitens, dass wenn man, wie Michaelis vorgeschlagen, die Alkalien des Rübensaftes im Safte selbst in Chloralkalien überführt, diese letzteren bei der Filtration über Knochenkohle nicht absorbirt werden, und dass demnach gegen ätzende und kohlensaure Alkalien ein bedeutendes Mehr an Salz zur Krystallisation des Zuckers mit gelangt. Aus 1 Theil Aetzkali wird bei vollständiger Neutralisation 1,3 Theil Chlorkalium, welches in ganzer Summa mit zum Kochen gelangt, während von 1 Theil Aetzkali als solchem noch 20 Proc. durch die Kohle abgeschieden werden können, wonach nur 0,8 Theile zum Kochen gelangen.

Diese Mengen Salze im Rübensafte sind keineswegs so unbedeutend, als es auf den ersten Blick scheint, denn da der Saft wenigstens auf $^1/_8$ seines Gewichtes eingedickt wird, so sind in der Füllmasse auch 8mal so viel Salze enthalten als im Rohsafte, oder in diesem Beispiele bei den Chloralkalien (8 . 1,3 =) 10,4 Proc. fester Substanz in 100 Füllmasse und beim Kali (8 . 0,8 =) 6,4 Proc. fester Substanz in 100 Füllmasse.

Dieser bedeutende und höchst zu beachtende Unterschied in der Menge des Salzes, das zum Kochen gelangt, scheint denn auch der Grund zu sein, weshalb in vielen Fabriken bei Anwendung des Verfahrens, die Alkalien im Rübensafte schon bei der Scheidung in Chloralkalien überzuführen, nachher ein schlechtes Verkochen stattfand. Deshalb scheint das Verfahren nur da von grösserem Erfolge zu sein, wo ein Minimum an Alkalien im Rübensafte durch eine kleine Erhöhung nicht so nachtheilig wird.

Deshalb scheint auch Michaelis zu rathen, die Filter nicht ganz auszusüssen, d. h. die letzten Salze, die der Kohle mechanisch anhängen, nicht ganz von der Kohle abzuwaschen und lieber ein wenig Zucker (der bei schlechtem Aussüssen der Filter natürlich mit verloren geht) zu opfern, als durch vollständiges Aussüssen (Auswaschen) zu viele Salze zu bekommen.

Ganz abgesehen von der geringen Oekonomie, einen Theil des Zuckers, den der Fabrikant mit Kosten aus den Rüben gewonnen und den er bis zur Filtration veredelte, zu opfern, verweise ich auf obige

Tabelle, aus der hervorgeht, dass selbst bei Befolgung dieses Rathes im weitesten Sinne des Wortes, nämlich bei Weglassung des ganzen Süsswassers, schon im Filtrate allein mehr Salze oder Chloralkalien, nämlich (75 Proc. von 1,33) = 0,9976 Proc. sein würden, als bei ätzenden oder kohlensauren Alkalien im Filtrate und Süsswasser zusammen, wo nur = 0,8 Proc. wären. Ich muss mich daher fast der Ansicht zuneigen, dass diesem Verhalten der Chloralkalien gegen die Kohle die geringe praktische Verbreitung des Verfahrens hauptsächlich zuzuschreiben sein dürfte.

Wenn nun obiger Satz, „dass Chloralkalien von der Knochenkohle nicht absorbirt werden,“ richtig ist, so müssen dieselben mit in die Füllmasse gelangen und dort nachgewiesen werden können. Wenn ferner Zucker und Salz in höheren Temperaturen ein Saccharat bilden, so müssen die Chloralkalien selbst noch im ungereinigten Rohzucker zu finden sein, ja die vollständige Entfernung derselben beim Process des Raffinirens ist in Frage gestellt.

Ich enthalte mich, hier nochmals von der verschiedenen Schädlichkeit der Alkalisalze zu sprechen, da möglicherweise die 1,33 Theile salzsaurer Alkalien weniger zerstörend auf den Zucker einwirken könnten, als die 0,8 Theile ätzender oder kohlensaurer Alkalien. Diese Frage gehört nicht in den Bereich dieser Abhandlung, worin es sich nur darum handelt, die Menge der Salze zu erörtern.

Dass die phosphorsauren Salze in verhältnissmässig so bedeutender Menge absorbirt werden, ist insofern wichtig, als sonst wohl gar keine Möglichkeit geboten wäre, sie in der Rübenzuckerfabrikation anzuwenden. 1 Theil Aetzkali, vollständig neutralisirt, giebt 1,5 Theile phosphorsaures Kali ($PO^5 + 2KO + HO$). Werden daher auch 30 Proc. der vorhandenen Mengen von der Kohle aufgenommen, so bleiben immer noch (70 . 1,5 =) 1,05 Theile im Safte gegen 0,75 Theile kohlensauren Kalis. Für die Anwendung der Phosphorsäure bei der Rübenzuckerfabrikation ist dieser Umstand, nämlich die Menge derselben, die im Safte bis zur Krystallisation bleibt, immer noch ungünstig; dagegen wird uns dadurch ein Fingerzeig geboten, wie der rübenerzeugende Landwirth vielleicht Rüben bauen kann, die für die Bearbeitung auf Zucker besonders tauglich sind. Die Rübe ist eine Kalipflanze und daher kalibedürftig, dieser Bestandtheil muss ihr denn auch wohl in jedem Falle zugeführt werden, um ihr freudiges Wachsthum zu sichern. Ueber ein solches Gesetz kann sich kein vernünftiger Mensch hinwegsetzen; aber die Form, in der der Pflanze die Nahrung geboten

wird, diese steht in der Macht des denkenden Landwirthes. Es steht z. B. bei ihm, der Rübe phosphorsaures anstatt salpetersauren Kalis zu bieten, und nähme die Rübe von dieser ihr gebotenen Nahrung in beiden Fällen annähernd gleich viel auf (was indessen erst sorgfältig zu untersuchen wäre), so würde ein ungeheurer Unterschied in quantitativer sowohl als qualitativer Beziehung bei der Verarbeitung solcher Rübensäfte die nothwendige und schöne Folge sein. Die günstige Einwirkung der phosphorsauren Salze auf das üppige Gedeihen der Rübe ist ausserdem bekannt genug.

Die Absorptionsfähigkeit der Kohle für Säuren (oder richtiger gesagt die chemische Verbindung, die sie mit den Kalksalzen der Knochenkohle eingehen) schien mir für die Rübenzuckerfabrikanten von zu wenig Interesse zu sein, um die Versuche so weit auszudehnen, da freie Säuren im geschiedenen Rübensafte nicht vorkommen. Es ist genügend zu wissen, dass Knochenkohle auch Säuren absorbirt.

Ich beschränke mich hier auf die Folgerungen aus obiger Tabelle, deren Angaben für den denkenden Rübenzuckerfabrikanten von sehr grosser Tragweite sein können, und überlasse es meinen verehrten Herren Industriegenossen, die praktische Anwendung davon zu machen. Zum Schluss noch eine übersichtliche Zusammenstellung derjenigen Mengen Salze, die durch die Knochenkohle abgeschieden werden und derjenigen, die in 100 Theilen Dünnsaft sowohl, wie in 100 Theilen Füllmasse (bis $^1/_8$ eingedickt) verbleiben.

A. Bei den Verbindungen des Kalis

	(KO + HO) Aetzkali.	$(CO_2 + KO)$ kohlensaurem.	(Cl K) Chlorkalium.	$(PO_5 2KO + HO)$ phosphorsaurem.	$(\overline{Ci} + 2KO)$ citronensaurem.	$(NO_5 + KO)$ salpetersaurem.	$(SO_3 + KO)$ schwefelsaurem.
Bei vollständiger Neutralisation ist	1	= 1,23	= 1,33	= 1,55	= 1,82	= 1,8	= 1,55
Aus 100 Theilen absorbiren 25 Theile Knochenkohle	16 Proc.	23 Proc.	2 Proc.	32 Proc.	12 Proc.	6 Proc.	22 Proc.
es bleiben demnach in 100 Saft .	0,84	0,95	1,31	1,05	1,60	1,7	1,21
und in 100 Füllmasse	6,22	7,60	10,48	8,40	12,8	13,6	9,68

B. Bei den Verbindungen des Natrons.

	(Na O) Aetznatron.	$(CO_2 + NaO)$ kohlensaurem.	(Cl Na) Chlornatrium.	$(2NaO.HO+PO_5+24HO)$ phosphorsaurem.	$(\overline{Ci} + 3NaO)$ citronensaurem.	$(NO_5 + NaO)$ salpetersaurem.	$(SO_3+NaO+10HO)$ schwefelsaurem.
Bei vollständiger Neutralisation ist	1	= 1,71	= 1,89	= 5,77	= 2,77	= 2,74	= 5,2
Aus 100 Theilen absorbiren 25 Theile Knochenkohle		18 Proc.	1 Proc.	30 Proc.	"	5 Proc.	20 Proc.
es bleiben demnach in 100 Saft .		1,41	1,87	4,06	"	2,6	4,1
und in 100 Füllmasse		11,28	14,96	32,48	"	20,8	32,8

Der Salzmesser (Halometer).

Viele Praktiker werden gewiss schon bei Bestimmung des Salzgehaltes der verschiedenen in der Zuckerfabrikation vorkommenden Flüssigkeiten das Umständliche und Zeitraubende der bisherigen Bestimmungsmethode schmerzlich empfunden haben. Es wird ihnen daher vielleicht lieb sein, wenn ich sie auf ein von Herrn Dr. Weiler in Prag construirtes Aräometer, welches er Halometer nennt, aufmerksam mache.

Dies Instrument hat den Zweck, auf eine möglichst leichte Weise den Salzgehalt sowohl in den Rübensäften, als in Syrupen, Melassen u. s. w. zu bestimmen; ausserdem empfiehlt sich dasselbe wegen seiner Construction zugleich noch, um den geringsten Gehalt einer in Wasser gelösten Substanz nachzuweisen; bei der Untersuchung der Absüsswässer, in denen die Baumé'sche Spindel bis Null einsinkt, wird der Halometer noch stets eine procentische Bestimmung mit der grössten Zuverlässigkeit ermöglichen, sobald die zu untersuchende Flüssigkeit zuvor genau auf 14° R. gebracht ist.

Um den Gehalt an Salzen (Alkalien) in den Rübensäften zu bestimmen, werden 200 C.C. des zu untersuchenden Saftes abgemessen, in einer eisernen Schale zur Trockniss abgedampft und über Holzkohlenfeuer so lange stark erhitzt, bis das Ganze in eine kohlige Masse verwandelt ist. Die erhaltene Kohle wird in der Schale zerrieben, mit wenig Wasser übergossen und auf ein Filter gebracht. Man spült die Schale mit neuen Portionen Wasser so lange aus, indem man den Inhalt jedesmal auf das Filter giesst, bis dieselbe ganz rein ist und wie-

derum 200 C. C. Flüssigkeit erhalten sind. Letztere wird durch Abkühlen genau auf 14° R. gebracht, in den Cylinder gefüllt und die Spindel hineingesenkt; die abgelesenen Theilstriche geben ohne Weiteres den Gehalt an Alkalien procentisch an. Da die Entfernung der einzelnen Procente an der Scala 30 Millimeter beträgt und jedes Procent in $^1/_{10}$ eingetheilt ist, so ist eine vollkommene Sicherheit für ein zuverlässiges Ablesen vorhanden.

Um den Salzgehalt der Melasse zu bestimmen, werden 50 Grammes derselben abgewogen, in der eisernen Schale stark verkohlt, die Kohle zerrieben, destillirtes Wasser zugesetzt, auf ein Filter gebracht und die Kohle auf demselben so lange mit Wasser ausgesüsst, bis genau 200 C.C. Flüssigkeit erhalten sind; letztere wird wie immer auf 14° R. gebracht und mit der Spindel gewogen. Da die in 50 Grammes Melasse enthaltenen Salze hier in der vierfachen Quantität Wassers sich gelöst befinden, so müssen die an der Spindel abgelesenen Procente mit 4 multiplicirt werden, um zu erfahren, wie viel Salze in 100 Gewichtstheilen der Melasse enthalten sind. Die erhaltenen Resultate sind, wie die nachstehenden Beispiele zeigen, für den praktischen Gebrauch vollkommen befriedigend und die Operation ist in sehr kurzer Zeit ausführbar.

Den Salz- oder Aschengehalt in zuckerhaltigen Producten durch vollständiges Einäschern in der Platinschale in der Muffel zu bestimmen, ist fast absolut unmöglich, da die Salze, indem sie schmelzen, die Kohle so fest umhüllen, dass dieselbe nie vollständig verbrannt werden kann; da bei der lange anhaltenden hohen Temperatur ein Theil der Salze sich verflüchtigt, so verfährt man jedenfalls besser, wenn man die Substanz stark verkohlt und den Rückstand mit Wasser vollkommen aussüsst. Das nachherige Verdampfen muss in einer Platinschale mit grösster Vorsicht ausgeführt werden, was mehrere Stunden Zeit in Anspruch nimmt; die erhaltenen Salze sind stark hygroskopisch und erfordern, wenn die Bestimmung einigen Anspruch auf Genauigkeit machen soll, eine sehr feine analytische Wage. — Dass durch die Construction des Halometers die oft gewünschte Bestimmung der Salze auf eine einfache Weise den Praktikern möglich gemacht ist, werden dieselben dem Herrn Dr. Weiler gewiss herzlich Dank wissen.

Beispiele:

200 C. C. Rübensaft ergaben mit dem Halometer:	0,85	Proc. Alkalien
50 Gr. desselben Saftes ergaben nach der gewichtsanalytischen Bestimmung 0,432 Grammes =	0,864	„ „
50 Grammes Melasse verkohlt, die Kohle mit Wasser behandelt und auf 200 C. C. gebracht, ergaben am Halometer 2,3 Proc. × 4 = .	9,2	„ „
50 C. C. derselben Lösung in der Platinschale verdampft und geglüht, gaben einen Rückstand von 1,146 Gr. × 8 = ...	9,168	„ „
50 Gr. Rohzucker, ebenso behandelt wie obige Melasse, zeigten am Halometer 0,29 × 4 =	1,16	„ „
50 C. C. dieser Lösung zur Trockniss verdampft und geglüht, lieferten einen Rückstand von 0,143 Gr. × 8 = ...	1,144	„ „

Ueber Dubrunfaut's Verfahren der Entsalzung der Melasse, „Osmogêne“ genannt.

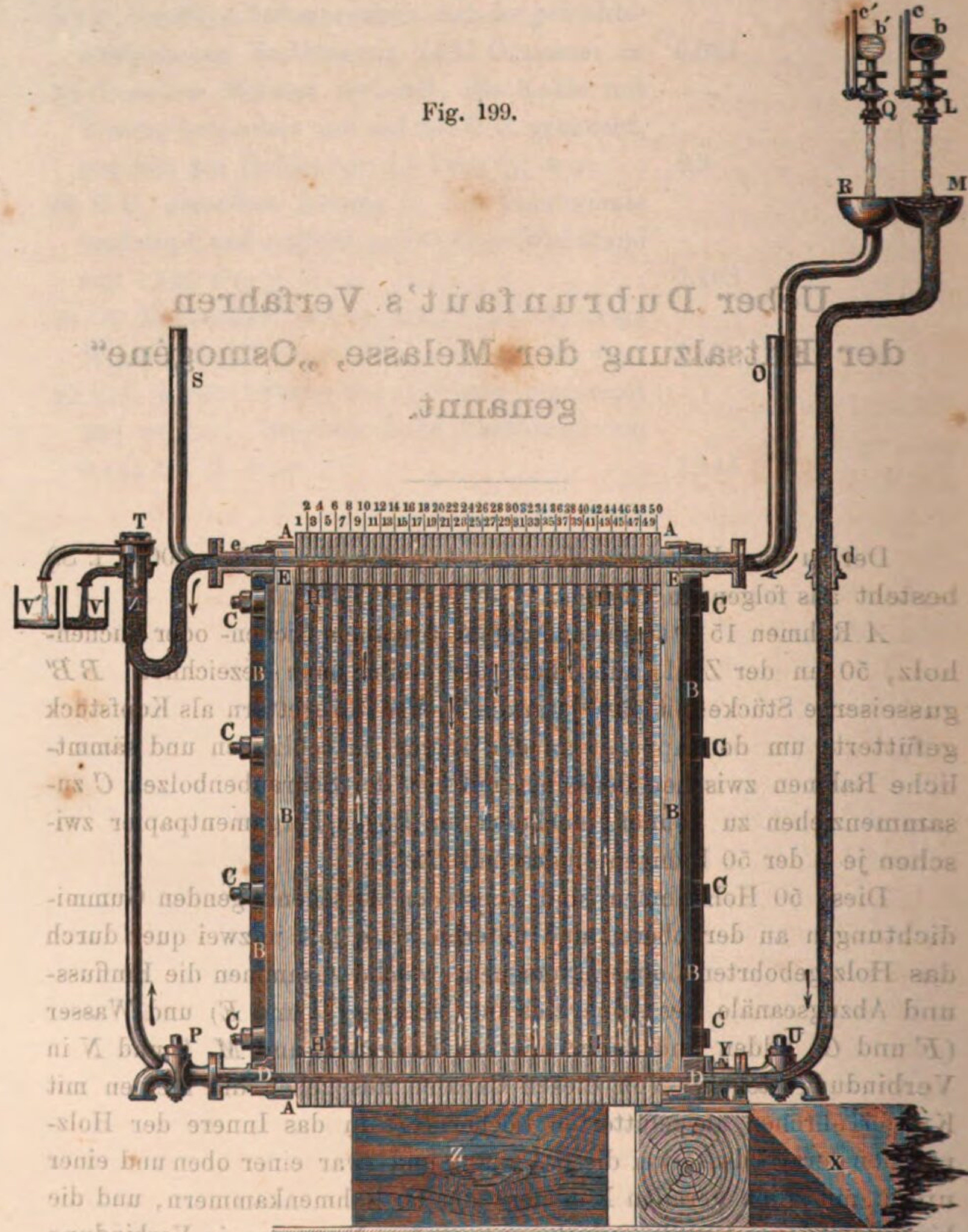
Der zu dem Verfahren dienende Apparat (Fig. 199 u. 200 a. f. S.) besteht aus folgenden Theilen:

A Rahmen 15 ^{mm} stark, aus gutem, trocknem Eichen- oder Buchenholz, 50 an der Zahl, mit Ziffern der Reihe nach bezeichnet. *BB'* gusseiserne Stücke mit 45 ^{mm} starken Eichenholzbrettern als Kopfstück gefüttert, um den Apparat an den Enden zu schliessen und sämmtliche Rahmen zwischen denselben mittelst der Schraubenbolzen *C* zusammenziehen zu können, nachdem ein Bogen Pergamentpapier zwischen je 2 der 50 Rahmen eingeschaltet ist.

Diese 50 Holzrahmen sind nebst den zwischenliegenden Gummidichtungen an der oberen und unteren Seite mit je zwei quer durch das Holz gebohrten Löchern versehen, welche zusammen die Einfluss- und Abzugscanäle des Apparates für Melasse (*D* und *E*) und Wasser (*F* und *G*) bilden und daher mit den Röhren *R* und *M*, *T* und *N* in Verbindung stehen. Von diesen Canälen aus gehen die kleinen mit Kupferröhrchen ausgefütterten Löcher *HH* in das Innere der Holzrahmen derart, dass zwei dieser Canäle, und zwar einer oben und einer unten mit allen geraden Nummern der 50 Rahmenkammern, und die beiden anderen Canäle mit den ungeraden Nummern in Verbindung stehen. Die zur Dichtung dienenden 7 Cm. breiten und 1 bis $1^1/_2$ ^{mm} starken Gummistreifen werden mit 50 kleinen, 10 bis 12 ^{mm} langen plattköpfigen Stiften auf beiden Seiten der Holzrahmen und auch

auf der inneren der Kopfstücke festgenagelt. Das dazu verwandte Gummi muss gut vulcanisirt sein, um den hohen Temperaturen der

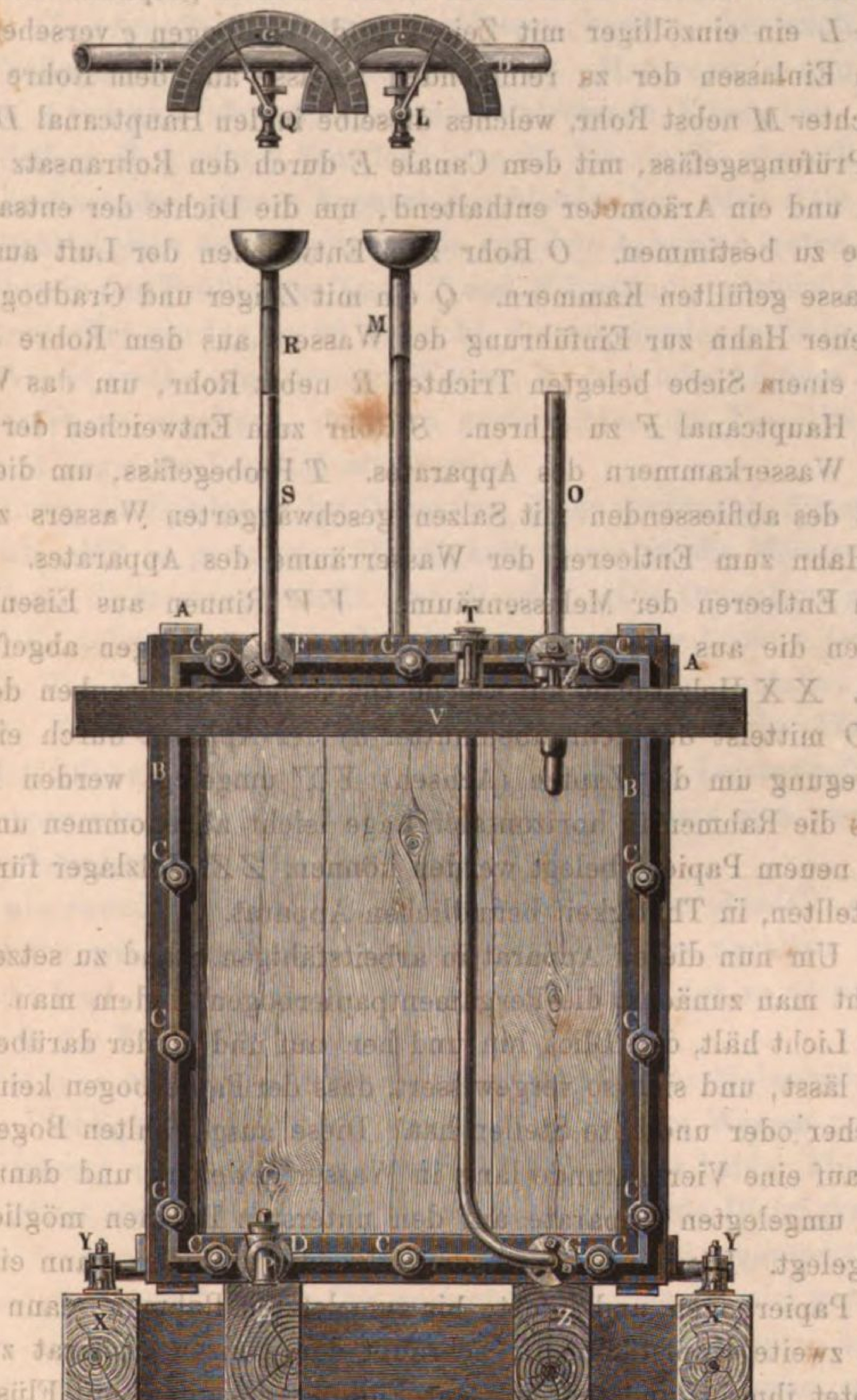
Fig. 199.



Flüssigkeit zu widerstehen und nicht an das Papier zu kleben, da man öfter genöthigt ist, den Apparat auseinanderzunehmen. Die Fugen

und Verzapfungen der Rahmen und Kopfstücke sind mit Mennigkitt gedichtet. In den Rahmen selbst sind hölzerne Querstücke (die hier

Fig. 200.



der Deutlichkeit wegen nicht gezeichnet sind), eingezapft, welche, da sie wechselweise rechts und links durchbohrt sind, den Flüssigkeiten einen

zickzackförmigen Weg anweisen und auch dazu dienen, die Papierbogen seitwärts vielfach zu unterstützen, wozu noch ausserdem 1 bis 2^{mm} starke Bindfäden von oben nach unten in die Rahmen gespannt sind.

L ein einzölliger mit Zeiger und Gradbogen *c* versehener Hahn zum Einlassen der zu reinigenden Melasse aus dem Rohre *b* in den Trichter *M* nebst Rohr, welches dieselbe in den Hauptcanal *D* einführt. *N* Prüfungsgefäss, mit dem Canale *E* durch den Rohransatz *e* verbunden und ein Aräometer enthaltend, um die Dichte der entsalzten Melasse zu bestimmen. *O* Rohr zum Entweichen der Luft aus den mit Melasse gefüllten Kammern. *Q* ein mit Zeiger und Gradbogen *c'* versehener Hahn zur Einführung des Wassers aus dem Rohre *b'* in den mit einem Siebe belegten Trichter *R* nebst Rohr, um das Wasser in den Hauptcanal *F* zu führen. *S* Rohr zum Entweichen der Luft aus den Wasserkammern des Apparates. *T* Probegefäss, um die Dichtigkeit des abfliessenden mit Salzen geschwängerten Wassers zu prüfen. *U* Hahn zum Entleeren der Wasserräume des Apparates. *P* Hahn zum Entleeren der Melassenräume. *V V'* Rinnen aus Eisenblech, in denen die aus den Apparaten austretenden Lösungen abgeführt werden. *X X* Holzstücke, auf welche (nach dem Abschrauben des Rohres *MD* mittelst der Schraubenmutter *d*) der Apparat durch eine Kreisbewegung um die Zapfen (Achsen) *Y Y'* umgelegt werden kann, so dass die Rahmen in horizontaler Lage leicht abgenommen und wieder mit neuem Papiere belegt werden können. *Z Z'* Holzlager für den aufgestellten, in Thätigkeit befindlichen Apparat.

Um nun diesen Apparat in arbeitsfähigen Stand zu setzen, untersucht man zunächst die Pergamentpapierbogen, indem man sie gegen das Licht hält, den Blick hin und her, auf und nieder darüber hingleiten lässt, und sich so vergewissert, dass der Papierbogen keine kleinen Löcher oder undichte Stellen hat. Diese ausgewählten Bogen werden darauf eine Viertelstunde lang in Wasser geweicht, und dann sogleich bei umgelegten Apparate auf den untersten Rahmen möglichst glatt aufgelegt. Hierauf legt man den folgenden Rahmen, dann einen zweiten Papierbogen und sofort, bis zum letzten Rahmen, dann legt man das zweite Kopfstück auf, schraubt den ganzen Apparat zusammen, richtet ihn auf und schreitet zur Füllung desselben mit Flüssigkeiten.

Man kocht dazu am besten das Wasser erst auf, bereitet die Melasse vor, wie nachher beschrieben werden wird, und öffnet die beiden Hähne *b* und *b'* so gleichmässig als möglich, damit im Apparate keine verschiedene Höhen der Flüssigkeiten (Wasser und Melasse) eintreten

können, die sonst durch ihren grösseren einseitigen Druck die Papierbogen zu zerreissen drohten. Sobald nun aus einem der Probegefässe (*N* oder *T*) Flüssigkeit austritt, muss der damit correspondirende Einflusshahn (*L* oder *Q*) so lange geschlossen werden, bis auch das andere Probegefäss mit Flüssigkeit gefüllt ist. Man regulirt nun den Gang des Apparates derart, dass die eintretende Flüssigkeit eine gewisse Zeit (z. B. 4 oder 6 Stunden) braucht, bis sie die sämmtlichen Flächen berührt, den ganzen Apparat durchlaufen hat. Man sieht dies an den Dichtigkeiten der Lösungen, die aus dem Apparate treten, und da dieselben in den Prüfungsgefässen *T* und *N* beständig mittelst Senkwaagen controlirt werden, so ist es leicht, die verschiedenen Bedingungen der Arbeit (mehr oder weniger Wasser, längere oder kürzere Zeitdauer) derart zu reguliren, dass ein gewünschtes, im Bereiche der Möglichkeit liegendes Resultat erzielt wird.

Je länger die Zeitdauer der Operation, desto verdünnter fliesst die Melasse ab. Mit je geringerer Dichtigkeit man aber die Melasse abfliessen lässt, desto reiner erhält man dieselbe. Die Operation ist in diesem Falle vollständiger, der Reinheitsquotient der Lösung erhöht sich, d. h. das Verhältniss von Zucker zu Nichtzucker gestaltet sich günstiger. Zu gleicher Zeit aber geht mehr Zucker in das Wasser über und ist daher verloren, auch ist die quantitative Leistungsfähigkeit des Apparates selbstverständlich geringer, als wenn man weniger verdünnte Lösungen abzieht.

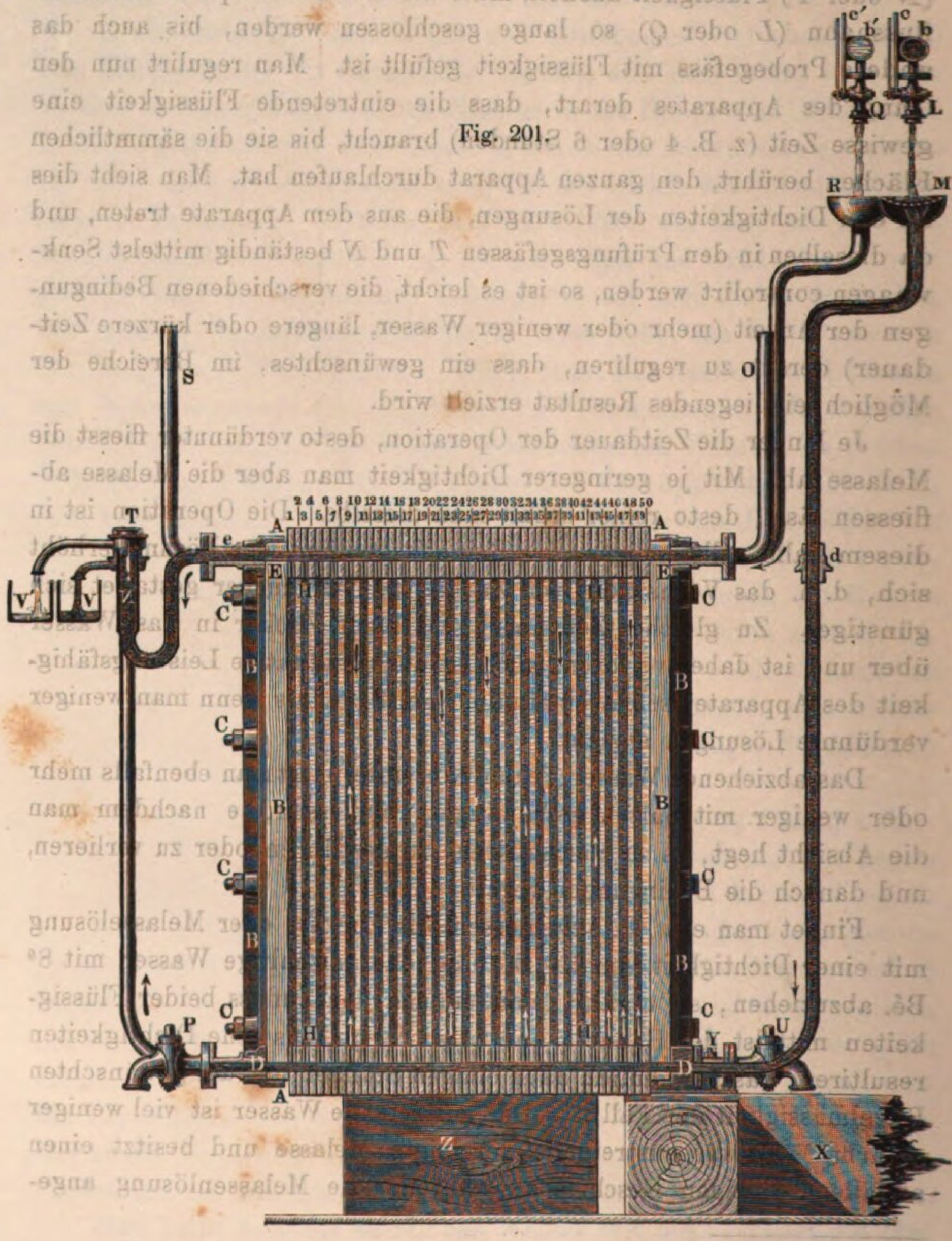
Das abziehende Wasser (l'eau d'exosmose) lässt man ebenfalls mehr oder weniger mit Salzen geschwängert abfliessen, je nachdem man die Absicht hegt, es zu concentriren, zu destilliren oder zu verlieren, und danach die Bedingungen regelt.

Findet man es z. B. angemessen, die Zucker- oder Melasselösung mit einer Dichtigkeit von 15° Bé. und das salzhaltige Wasser mit 8° Bé. abzuziehen, so regulirt man einfach den Zufluss beider Flüssigkeiten mittelst der Hähne *b* und *b'* so lange, bis jene Dichtigkeiten resultiren, was gewöhnlich nach einigen Stunden mit der gewünschten Regelmässigkeit der Fall ist. Das austretende Wasser ist viel weniger gefärbt*) als die austretende gereinigte Melasse und besitzt einen auffallend salzigen Geschmack, während die Melassenlösung ange-

*) Ich bemerke hierbei, dass demnach die färbenden Stoffe und wohl auch die organischen keine so starke Dialyse erleiden, als die unorganischen Substanzen.

nehmer süss schmeckt als früher. — Die Färbung und der Geschmack des abfliessenden Wassers bilden also die Erkennungszeichen, ob sich

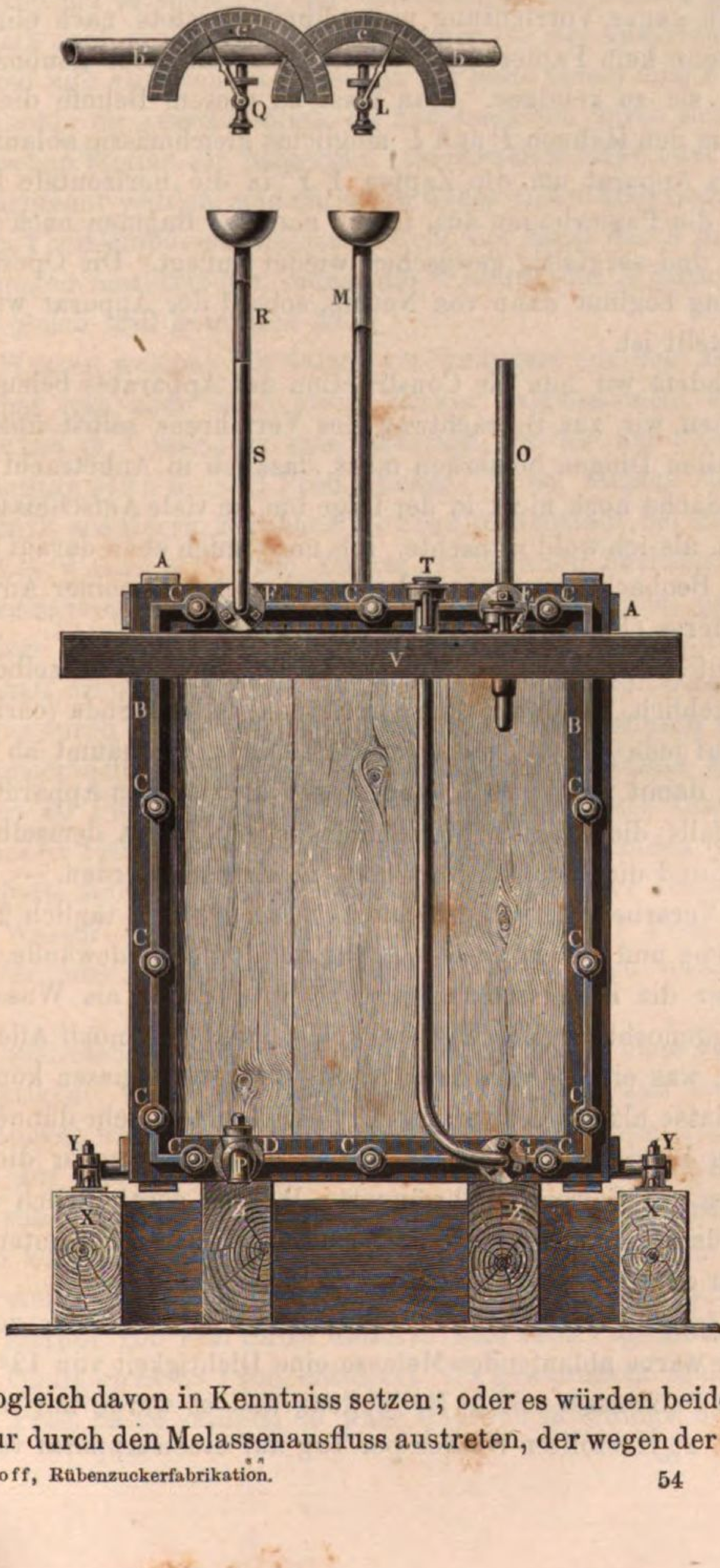
Fig. 201.



ein zerrissener Papierbogen in dem Apparate vorfindet (was übrigens sehr selten vorkommt).

In einem solchen Falle würde also entweder ein Theil der Melasse durch *T* mit austreten, wo Augenschein und Geschmack den Beobach-

Fig. 202.



tenden sogleich davon in Kenntniss setzen; oder es würden beide Flüssigkeiten nur durch den Melassenausfluss austreten, der wegen der Verschie-

denheit des specifischen Gewichtes beider Flüssigkeiten um 6 Centimeter niedriger angebracht ist. Letzterer Uebelstand erfordert eine noch raschere Einstellung der Arbeit und Restauration des Apparates.

Diese ganze Vorrichtung muss übrigens stets nach einiger Zeit (selbst wenn kein Papierbogen zerrissen) auseinander genommen werden, um sie zu reinigen. Man lässt zu diesem Behufe die Flüssigkeiten aus den Hähnen *P* und *U* möglichst gleichmässig ablaufen, kippt dann den Apparat um die Zapfen *YY'* in die horizontale Lage und wechselt die Papierbogen aus, indem man die Rahmen nach und nach abnimmt und sorgfältig gewaschen wieder auflegt. Die Operation der Entsalzung beginnt dann von Neuem, sobald der Apparat wieder vertical gestellt ist.

Nachdem wir nun die Construction des Apparates beleuchtet haben, gehen wir zur Betrachtung des Verfahrens selbst über, wobei ich vor allen Dingen bemerken muss, dass ich in Anbetracht der Neuheit der Sache noch nicht in der Lage bin, so viele Aufschlüsse darüber zu geben, als ich wohl wünschte. Ich muss mich eben darauf beschränken, die Beobachtungen mitzutheilen, die ich bei meiner Anwesenheit in Courrières (Fabrik des Herrn Tilloy) machte.

Behuf Zubereitung der Melasse kocht man dort dieselbe erst auf, fügt (angeblich, um den Kalk zu entfernen) 20 Pfd. Soda (carbonate de soude) auf jede Pfanne, mitunter auch Blut zu, schäumt ab und lässt absetzen, damit nur klare Lösung in den dialytischen Apparat gelange, widrigenfalls die kleinen Durchgangslöcher (*H*) in demselben leicht verstopft und die betreffenden Theile unwirksam würden. — Es waren dort zur Verarbeitung von 120 bis 140 Ctr. Melasse täglich 2 Pfannen im Betriebe und 10 dialytische Apparate à 50 Scheidewände.

Ueber die Einflussröhren sowohl für Melasse als Wasser waren ganz enggeflochtene Messingsiebe gelegt, um hier noch Alles zurückzuhalten, was eine mechanische Verstopfung veranlassen könnte. Sowohl Melasse als Wasser von 40° C. floss in einem sehr dünnen Strahle beständig hinein. Auffallend aber war mir, dass weder die Melasse, noch das mit Salzen geschwängerte Wasser continuirlich abflossen. Beide Flüssigkeiten setzten ohne sichtbare Ursache mitunter aus und begannen dann wieder zu laufen.

Die in den Abflussröhren schwimmenden Aräometer zeigten bei der noch warm ablaufenden Melasse eine Dichtigkeit von 12° Bé., während das Salzwasser mit 6° Be. abfloss, und es wurde mir angegeben, dass man 26 Hectoliter Wasser per Tag auf einen Apparat verbrauche.

Indessen lässt sich wohl ein Wasserquantum in runder Zahl von 2000 Pfd. annehmen und würde es dabei von grosser Wichtigkeit sein, möglichst reines, salzarmes Wasser zu verwenden, da der Process jedenfalls dann um so schneller und vollständiger von Statten geht. Es wird deshalb auch vorgeschlagen, das Wasser vor der Anwendung stark aufzukochen und absetzen zu lassen, ja ich halte selbst eine Filtration über Holzkohle für zweckdienlich, da hauptsächlich durch den Gehalt an organischen Stoffen die papiernen Scheidewände mehr oder weniger rasch verschleimt werden, und natürlich dadurch ihre dialytische Eigenschaft zum Theil einbüssen, welche Ansicht sich auch durch praktische Beobachtungen bestätigt hat, indem die Wirkung des Apparates nach 14 Tagen gleich Null geworden ist.

Das Wasser, welches mit Salzen geschwängert aus den Apparaten abläuft, hat nun aber auch etwas Zucker aufgenommen, und zwar zeigte solches in Courrières eine Rotation von 12° am Polarimeter, enthielt mithin (12 : 6 =) 2 Proc. Zucker. Nach kleinen Versuchen in der Fabrik des Herrn Bernhard Freise in Neustadt bei Magdeburg enthielt dies Wasser 2,17 Proc. Zucker, so dass ein Zuckergehalt von 2 Proc. wenigstens anzunehmen sein dürfte (um so mehr, da er sich bei längerer Zeitdauer der Operation oder durch andere Umstände unzweifelhaft erhöhen würde). Wenn nun per 100 Pfd. Wasser 2 Pfd. Zucker hierdurch fortgehen, so beziffert sich der dadurch herbeigeführte Zuckerverlust per Apparat auf (2000 Pfd. Wasser à 2 Proc. Zucker =) 40 Pfd. Zucker, und da ein Apparat dieser Dimensionen in 24 Stunden 1200 Pfd. Melasse verarbeitet, die in Summa (à 50 Proc. Zuckergehalt) 600 Pfd. Zucker enthalten; so dürfte der durch das reinigende Wasser hervorgerufene Zuckerverlust auf 7 Proc. per 100 Pfd. Zucker oder zu 4 Proc. per 100 Pfd. Melasse zu veranschlagen sein.

Die austretende Salzlösung hatte, wie wir schon oben bemerkten, eine Dichtigkeit von 6° Bé. oder 10,8 Proc. Balling, und wenn davon 2 Proc. Zucker waren, so käme eine Spindelanzeige von (10,1 — 2 =) 8,8 Proc. auf Rechnung der Salze. Rechnet man nun eine Spindelanzeige von 1,6 Proc. Balling oder Brix für jedes Gewichtsprocent Salze; so wären darin (8,8 : 1,6 =) 5,5 Proc. Salze gewesen. Nehmen wir in runder Summe 5 Proc. Salze an; so wären durch 2000 Pfd. Wasser hiermit 100 Pfd. Salze entfernt aus 1200 Pfd. Melasse (oder per 100 Theile circa 83 Proc. entfernt). Da gewöhnliche Melasse circa 10 bis 12 Proc. Salze enthält, so wäre dadurch allerdings der grösste

Theil der Salze aus derselben entfernt. In der That schmeckte auch der in Courrières vorhandene, nach dieser Methode bereitete Zucker ungeachtet seiner sehr dunkeln Farbe doch durchaus nicht salzig, ein Umstand, der bei einem Versüssungsmateriale alle Beachtung verdient, da auf diese Weise wohl direct consumtionsfähiger Kochzucker erzielt werden könnte!

Da also aus 1200 Pfd. Melasse nur 40 Pfd. Zucker mit dem Wasser fortgingen, so ist die $2^1/_2$fache Menge Salze durch dasselbe Wasser fortgenommen, und es würde aus der gereinigten Lösung demnach diejenige Menge Zucker auskrystallisiren können, welche durch diesen Ueberschuss von Salzen am Krystallisiren verhindert war, was je nach der Natur der Salze in den Melassen sehr verschieden ausfallen würde. Diese hier angeführten Daten sind allerdings nicht genau, sie sind nicht die Resultate specificirter Analysen; aber sie folgen doch naturgemäss aus den beobachteten Thatsachen.

Anstatt dessen hat Herr Doctor Weiler in Prag auf meine Veranlassung folgende Analysen gemacht, von Melasse vor und nach der Operation der Dialyse, sowie von der dabei erzielten Salzlösung:

	Rohe Melasse. (Dichte = 77,5 Proc. Bg.) Proc.	Osmogirte Melasse (Dichte = 43,2 Proc. Bg.) Proc.
Zucker	43,500	25,250
Kali- und Natronsalze	9,611	4,720
Kalksalze	0,811	0,480
Organische Substanzen	18,941	10,646
Wasser	27,137	58,904
	100,000	100,000
Trockensubstanz	72,863	41,096

Auf 100 Theile Zucker bezogen:

Kali- und Natronsalze	22,094	18,693
Kalksalze	1,864	1,905
Organische Substanzen	43,726	42,163
	67,684	62,761

Es sind mithin für jede 100 Theile Zucker aus der Melasse entfernt (22,094 — 18,693) 3,401 Theile Salze.

Von 100 Theilen Salzen sind abgeschieden. . . .	15,393 Proc.
„ „ „ organischer Substanz	3,575 „

Die dabei erhaltene Salzlösung, hatte eine Dichte von 10 Proc. Bg. (1,0409 specif. Gewicht) und folgende Zusammensetzung:

Zucker	2,083 Proc.
Kali- und Natronsalze . .	2,663 „
Kalksalze	0,081 „
Organische Substanzen . .	3,720 „
Wasser	91,453 „
	100,000 Proc.
Trockensubstanz.	8,547 „

Während bei meiner Anwesenheit in Courrières die Melasse mit 4° Bé. einströmte, floss sie mit nur 12° Bé. ab, erlitt also eine sehr bedeutende Verdünnung, die einen nicht unbedeutenden Brennstoffaufwand zum Verdampfen erfordert.

Als Veredlung der Melasse beim Durchgange durch diesen Apparat wurde eine Verbesserung der Polarisation um 3° angegeben, was nach der Annahme von 50 Theilen Zucker in 100 Melasse auf 100 Theile Zucker 6° ergeben würde!

Bei einem kleinen Versuche in der Neustadt (dessen oben erwähnt wurde) zeigte die Melasse:

	beim Eintritte in den	beim Austritte aus den (nach 4 Stunden)
	Apparat	
Dichtigkeit	85,29	41,50
Zuckergehalt	52,73	27,13
Nichtzucker	32,56	14,37
Reinigungsquotient	61,8	65,3
Auf 100 Zucker also Nichtzucker	61,56	52,58

Wie man nun annimmt, dass hier in der betreffenden Melasse 100 Theile Zucker durch 61,56 Theile Nichtzucker am Auskrystalli-

siren gehindert wurden; so wäre anzunehmen, dass in der gereinigten Melasse die vorhandenen 52,58 Theile Nichtzucker auf 100 Theile Zucker (nach der Proportion 61,56 : 100 : 52,58 : x =) nur 85 Theile Zucker (in runder Zahl) an der Krystallausscheidung hindern würden, so dass also 15 Theile Zucker wahrscheinlich als solcher gewonnen würden. Obgleich die Ausbeute an Krystallzucker in Courrières zu 16 bis 18 Proc. angegeben wurde als der Ertrag einer ersten Reinigungsoperation, so darf man doch wohl im Durchschnitt nur 15 Proc. annehmen.

Die aus den Apparaten tretende und entsalzte Melasse wurde nur schwach filtrirt und eingedickt, und dann in grossen Gefässen der langsamen Krystallisation überlassen, die erst nach 3 bis 4 Wochen entsprechende Resultate geben sollte! Die Zuckerschleudern traf ich in Courrières leider nicht in Arbeit, woraus ich den Schluss ziehe, dass die Zuckerausbeute nicht sehr bedeutend sein muss. (Diese Fabrik soll seit mehreren Monaten mit 10 dialytischen Apparaten in unausgesetztem Betriebe sein!)

Nun wird zwar angegeben, dass nach einer ersten Operation und Zuckerausscheidung der übrige Antheil Melasse nochmals in diesen Apparaten gereinigt und dadurch von Neuem ein Theil des Zuckers gewonnen werden könnte, jedoch wollen wir zunächst berechnen, wie viel Melasse dann nach dieser Operation noch übrig bleibt?

Nach Früherem gehen bei der ersten Operation verloren:

1) Im Wasser an Zucker	4	Proc.	Verlust
2) „ „ an Salzen	8,3	„	„
3) An Zucker sollen gewonnen werden (nach Früherem 15 Proc.) auf Melasse berechnet mit 20 Proc. Zusatz nur	18	„	„
4) An Abfall bei der gewöhnlichen Operation der Umkochung der Klärung, Filtration, Kochen etc. haben wir gewöhnlich einen Verlust von .	8	„	„
Summa	38,3	Proc.	Verlust
bleibt	61,7	zweit.	Melasse
	100,0	Proc.	

Wenn nun aus dieser zweiten Melasse auch noch 15 Proc. oder (61,7 . 15 =) noch 9 Proc. Zucker pro ursprüngliche 100 Pfd. Melasse erhalten würde, so betrüge die Gesammtausbeute aus 100 Theilen käuflicher Melasse 15 + 9 = 24 Proc. oder so hoch, wie man in Courrières die Gesammtausbeute angiebt.

Mir scheint es aber sehr fraglich, ob in allen Fällen noch eine zweite Krystallysation aus derselben Melasse erhalten werden könnte, und zwar weil ganz triftige Gründe dagegen sprechen. Da nämlich bei der ersten Operation der Dialyse der grösste Theil der Salze entfernt und ein entsprechender Antheil Zucker gewonnen wird, so dürfte der resultirende Rückstand nicht mehr einen solchen Ueberschuss an Salzen enthalten, dass eine Operation auch nur annähernd lohnend sein könnte, ja es würden wahrscheinlich in diesem Rückstande fast nur solche Salze angehäuft sein, die durch die Dialyse schwerer zu entfernen wären, wodurch die Operation nicht nur kostspieliger, sondern auch unsicherer in ihren Resultaten würde. Doch wäre es wahrscheinlich, dass gewisse Salze der Alkalien in andere Verbindungen übergeführt, leichter und vollständiger aus der Melasse zu entfernen wären. Diese Verbindungen festzustellen, bleibt Aufgabe der Chemie und wollen wir hoffen, dass es deutschem Fleisse gelingen möge, bald Licht über diesen Gegenstand zu verbreiten.

Bis dahin glaube ich an einer zweiten ausgiebigen Reinigung der Melasse mittelst einer gleichen Manipulation zweifeln zu müssen und nehme daher bei der Berechnung über die Vortheilhaftigkeit dieser Methode auch nur 15 Proc. Zuckerausbeute an.

Der Aufwand an Arbeitskraft ist unbedeutend. Die Kosten wurden mir in Frankreich für 1000 Kilo Melasse (oder 20 Ctr.) angegeben, wie ich sie hier auf preussisches Geld reducirt anführe:

20 Ctr. Melasse à 1 Thlr.	20 Thlr.	— Gr.
Brennstoffaufwand dazu	3 „	15 „
Pergamentpapier	— „	17 „
Knochenkohle	1 „	20 „
Scheidung und Klärung	3 „	— „
Handarbeit bei dem Apparate	— „	20 „
Zuckerausschleudern	— „	17 „
Kochen des Zuckers	— „	17 „
Interessen und Generalspesen . .	2 „	20 „
Patentkosten (!)	5 „	10 „
	38 Thlr.	16 Gr.
	5	10
	33.	6.

Dafür erhält man 61,7 Proc. Melasse als solche oder 12 Ctr. à 1 Thlr. . . .	12 Thlr. — Gr.
15 Proc. Zucker oder 3 Ctr. à 9 Thlr.*)	27 „ — „
	39 Thlr. — Gr.

In diesem Falle hätte man also nur für die Patentprämie gearbeitet. Da nun die Wirkung der Osmose auf Melasse eine bekannte, ja vor Jahren schon von Herrn Haug in der Halle'schen Siederei erprobte Thatsache (mit der man dort auch 15 Proc. Zucker erzielte), auch die Anwendung des Pergamentpapieres (und zwar auf Rahmen gespannt) anstatt der Thierblase zu diesem Zwecke ebenfalls bekannt **) war, so bleibt nur die übrigens nicht zu verkennende geistreiche Anordnung sämmtlicher Theile des Apparates; aber dafür scheint mir der ganze Verdienst denn doch eine zu hohe Prämie zu sein, und dem Erfinder dürfte in seinem eigenen Interesse anzurathen sein, eine bedeutend geringere Prämie vorzuziehen.

Dass die Fabrikanten in Frankreich, wo der Preis der Melasse noch theuerer sein soll, damit arbeiten und verdienen, liegt hauptsächlich in dem Umstande, dass sie für diesen aus der Melasse producirten Zucker bei der Ausfuhr die Rückvergütung eines Zolles erhalten, den sie eigentlich nie zahlten, und das ist ein reiner Verdienst, ganz abgesehen davon, dass sich Herr Tilloy selbst keine Patentprämie zahlt, durch seine fortgesetzte Arbeit aber die Möglichkeit für sich hat, solche von anderen Fabriken einzucassiren.

Uebrigens gründet Herr Tilloy seine Berechnung der Rentabilität auf eine Ausbeute von 25 Proc. Zucker pro 100 Melasse in zwei Operationen, über deren Unwahrscheinlichkeit ich mich oben schon ausgesprochen habe.

*) Wenn dieser sehr dunkelbraune Zucker stets 9 Thlr. werth sein sollte.

**) Es bleibt merkwürdig, dass dieser Apparat in Preussen patentirt wurde, da doch das ganze Princip und fast alles dazu früher bekannt war.

Des Verfassers Methode zur vollständigen Gewinnung des Rübensaftes aus den Pressrückständen.

Fast überall, wo die Rübenzuckerfabrikation sich eingebürgert hat, fand auch behufs der Gewinnung des Rübensaftes die hydraulische Presse Anwendung, trotzdem sie noch manches zu wünschen übrig lässt. Die hydraulische Presse wirkt indirect auf den Rübenbrei, und es ist darum schon ein sehr befriedigendes Resultat zu nennen, dass mittelst derselben im Mittel, ohne Anwendung von Wasser, 80 bis 82 Proc. Saft erzielt werden. Allerdings kann man durch das bekannte Zulassen von Wasser auf der Reibe, die Saftausbeute nicht unwesentlich steigern, allein selbst bei z. B. 50 Proc. Wasserzulauf lassen sich im Mittel nicht über 85 Proc. des in der Rübe enthaltenen Saftes gewinnen. Je grösser aber diese zugesetzte Wassermenge ist, desto beträchtlicher ist auch die anzuwendende Menge von Brennmaterial, um die Wassermenge wieder zu verdampfen, wobei noch ausserdem durch erforderliche Vermehrung resp. Vergrösserung der Verdampfungsapparate nicht unbedeutende Kosten entstehen.

Wie nahe liegt sonach nicht einem jeden intelligenten Fabrikanten das Streben, eine andere Saftgewinnungsmethode aufzufinden, die mit geringeren Kosten und anderen Uebelständen verknüpft, eine höhere Saftausbeute liefert. Auch ich habe einem solchen Ziele nachgestrebt und will auf den folgenden Seiten das durch beharrliches Nachdenken und unausgesetzte Versuche errungene Resultat niederlegen.

Das von mir erdachte und durchgeführte Verfahren, den in der Rübe enthaltenen Saft möglichst vollständig zu gewinnen, besteht hauptsächlich in der Vorbereitung der Rübenfaser (durch Pressen), durch welche sie geschickt gemacht wird, den Saft fast augenblicklich abzugeben, und in der Anwendung von Apparaten, mittelst deren der in

dem Rübenbrei enthaltene Saft unmittelbar verdrängt wird. Ich habe es für zweckmässig gehalten, meinen Apparat, den ich mit dem Namen „Filterpresse" bezeichne, erst anzuwenden, nachdem dem Rübenbrei bereits der grössere Theil des Saftes durch hydraulische (Vor-) Pressen entzogen ist, und zwar aus folgenden Gründen:

Die hydraulischen Pressen sind in jeder Fabrik vorhanden, die Arbeit damit ist bekannt. Der Fabrikant hat daher nicht nöthig, das Vorhandene fortzuwerfen, Bestehendes zu beseitigen. Im Gegentheile, er fügt nur einen billigen Apparat hinzu, um die Saftgewinnung vollständig zu machen und des Erfolges unter allen Umständen sicher zu sein.

Der durch die Vorpressen erzeugte Presskuchen muss aber, bevor er in die Filterpresse kommt, wieder aufgelockert und möglichst zerkleinert werden. Da es nun sehr wesentlich ist, dass diese Auflockerung und fortgesetzte Zerkleinerung des Presskuchens bis zur äussersten Grenze der Möglichkeit getrieben wird, so bediene ich mich statt der gewöhnlichen Reibe einer besonders dazu construirten Maschine, deren Beschreibung weiter unten folgt.

Je vollkommener der Presskuchen aufgelockert und die Faser nochmals zerkleinert wird, desto vollständiger kann das Wasser auf alle Partikelchen der Rübenfasern wirken und den in denselben enthaltenen Saft verdrängen, desto bedeutender ist wiederum der Gewinn an Zeit, den die ganze Manipulation erfordert; denn, wie bekannt, spielt bei jeder Saftgewinnungsmethode die Zeitdauer eine nicht zu unterschätzende Rolle. So giebt Dr. Simons in der Vereinsschrift für Rübenzuckerindustrie vom Jahre 1859, S. 314 an, dass der unmittelbar nach dem Schleudern durch Decken erhaltene Saft 2,14 polarisirt, dass drei Stunden später eine zweite Probe von denselben Träbern 3,41 und eine dritte Probe nach 18 Stunden 4,24 Proc. Zucker enthalten habe. Es ist hiernach erwiesen, dass eine um so längere Zeitdauer dazu gehört, den Zucker zu gewinnen, je weniger oder je schlechter die Rübenfaser dazu vorbereitet ist.

Aus diesem Grunde kann auch die Polarisation von Macerationsflüssigkeiten aus Presslingen in der Regel nicht als maassgebend angesehen werden, weil diese Flüssigkeit eben nicht allen Zucker gelöst enthält.

Da die Zerkleinerung des Presskuchens der Gewinnung des in demselben noch enthaltenen Saftes vorausgehen muss, so wäre es richtiger, zunächst die Construction der Zerkleinerungsmaschine zu be-

schreiben, da ich indess die von mir angewandte Filterpresse oder die Kippgefässe als den Hauptfactor meiner Saftgewinnungsmethode betrachte, so will ich mit der Beschreibung dieses Apparates beginnen. Da die unmittelbare Einwirkung des Wassers auf die Rübenfaser von entschiedenem Erfolge ist, so musste ich bei Construirung eines Apparates vor Allem die Aufgabe zu lösen suchen, diese Einwirkung möglichst vollständig durchzuführen, was, wie ich glaube, mir gelungen ist; denn nicht nur, dass die Gewinnung des Saftes eine nahezu absolute ist, wenigstens bis dahin gesteigert werden kann, sondern die gewonnenen Säfte sind auch von gesunder Beschaffenheit. Der Apparat selbst ist einfach, leicht zu handhaben, kann vollständig gereinigt werden und unterliegt nur einer geringen Abnutzung. Seine Einrichtung ist aus beistehenden Figuren 203 u. 204 leicht ersichtlich.

a bezeichnet Ständer von Gusseisen, auf deren oberen Enden die Kippgefässe mittelst der Achsen *b* ruhen, um welche drehend dieselben mit Leichtigkeit umgekippt und auf diese Weise entleert werden können. Die eine, beziehungsweise auch beide Achsen, sind durchbohrt und mittelst der Stopfbüchse *c* derart gedichtet, dass bei jeder Lage des Gefässes das Wasser durch die Axen circuliren kann; *d* ist ein mit Zeiger versehener Hahn, durch den der Zufluss des Wassers aus einem höher liegenden Reservoir (wie *x* in Fig. 205), regulirt wird. Das Reservoir *x* kann 4 bis 30′ über den Filterpressen stehen, ohne den Effect wesentlich zu beeinflussen. Das Wasser tritt dann durch die hohle Axe und das gebogene Rohr *e*, in ein ringförmiges durchlöchertes Rohr und von da unter den Siebboden *f*, damit es langsam und gleichmässig vertheilt in die Höhe steigt. Will man die Ausgabe für das durchlöcherte Rohr ersparen, so bringt man den Siebboden unmittelbar über die Ausströmungsöffnung des Rohres *e* an; das ausströmende Wasser stösst sich dann an den Boden, und es erfolgt schon dadurch eine ziemlich gleichmässige Vertheilung des Wassers. *g* ist ein siebartig durchlöcherter und mit einem Handgriff versehener Deckel, welcher auf dem innerhalb des Gefässes angebrachten ringförmigen Absatze *h* aufliegt und mittelst der Schrauben *i i* festgehalten wird. Das Durchdringen des Wassers durch die an der Wandung der Filterpresse liegenden Faser wird durch eine zwischengelegte Dichtung verhindert. Die Schrauben sind um die Bolzen *k* beweglich, um den Deckel *g* leicht herausnehmen zu können. Unter diesem Deckel *g* ist, um das Durchdringen auch der kleinsten Rübenfaser zu verhindern, ein Metallsieb *l* von der bei den Centrifugen gebräuchlichen Feinheit

auf die zerrissene Fasermasse lose aufgelegt, so dass es sich nach jeder Operation leicht reinigen lässt.

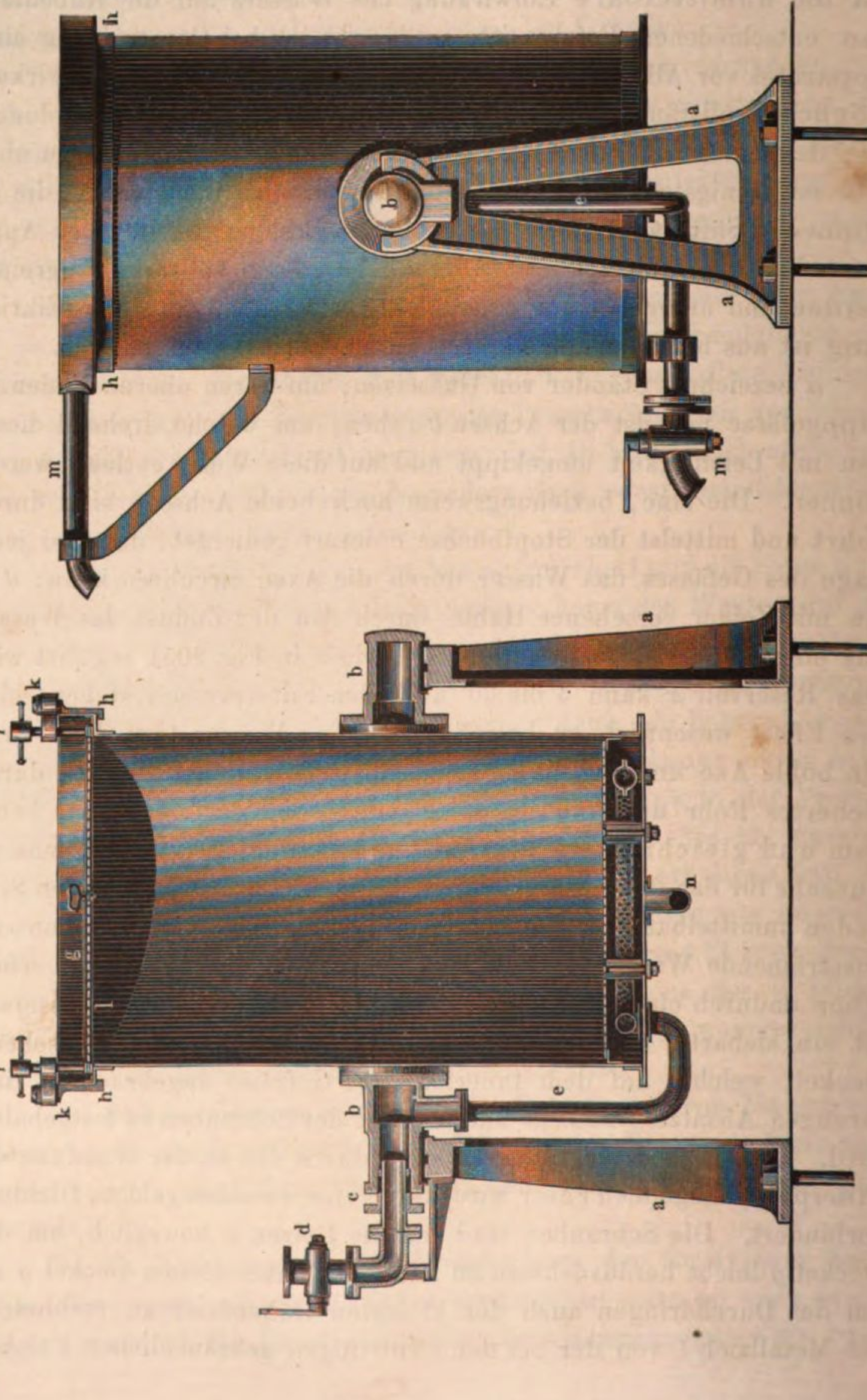


Fig. 203.

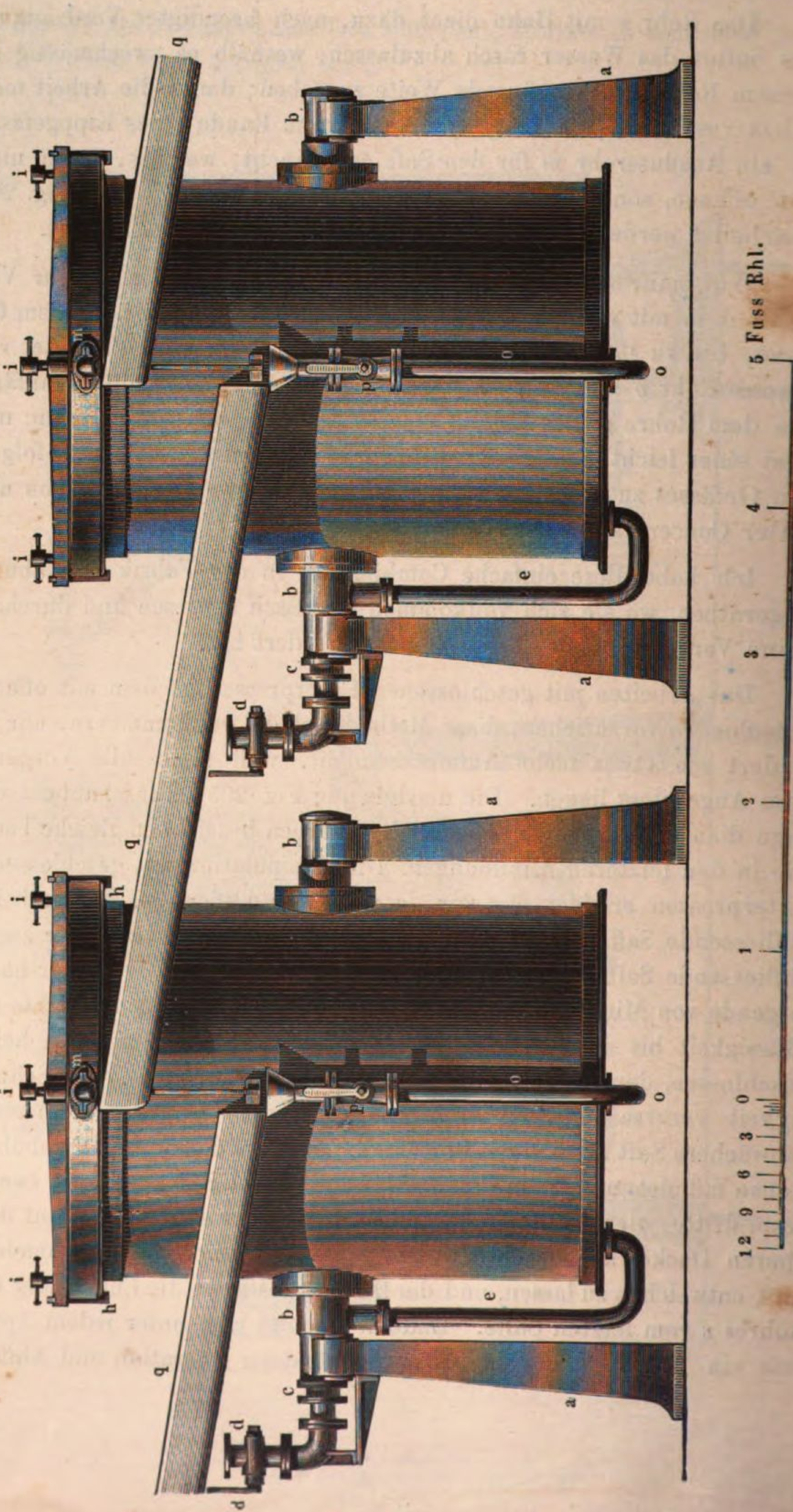
Das Rohr *n* mit Hahn dient dazu, nach beendigter Verdrängung des Saftes das Wasser rasch abzulassen, weshalb es zweckmässig ist, diesem Rohre eine genügende Weite zu geben; damit die Arbeit möglichst rasch von Statten gehe. Am oberen Rande jedes Kippgefässes ist ein Ausflussrohr *m* für den Saft angebracht, welches, wenn nicht mit offenen, sondern mit geschlossenen Filterpressen (wie in Fig. 205) gearbeitet werden soll, auch noch mit einem Hahn versehen ist.

Will man, wie ich weiter unten ausführen werde, mit mehr Vortheil, d. h. mit weniger Wasser arbeiten, so bringt man bei jedem Gefässe, bis zu $^1/_2$ oder $^2/_3$ der Höhe das mit Hahn *p* und Trichter versehene Rohr *o* an, welches dazu dient, den Saft, sobald er anfängt aus dem Rohre *m* des einen Gefässes schwachgrädig abzulaufen, mittelst einer leicht beweglichen Rinne *q* in den unteren Theil des folgenden Gefässes zu leiten, wo er sich wieder sättigt und als Saft von normaler Concentration oben ausfliesst.

Ich habe diese einfache Combination in der Fabrik zu Nabutoff angerathen, wo sie sich vollkommen praktisch erwiesen und durchaus keine Vermehrung der Filterpressen erfordert hat.

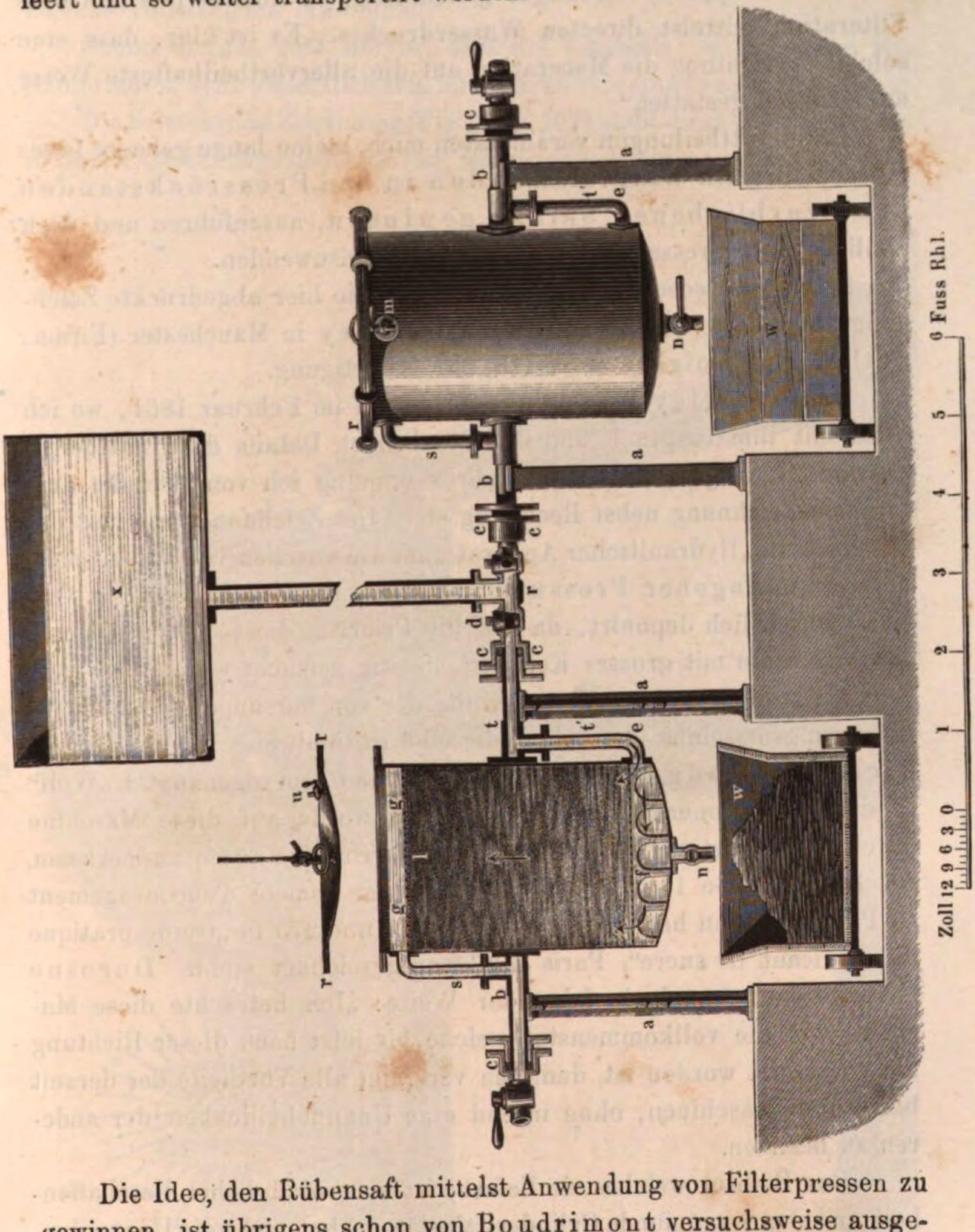
Das Arbeiten mit geschlossenen Filterpressen ist dem mit offenen entschieden vorzuziehen; diese Methode ist die vollkommnere, nur erfordert sie etwas mehr Aufmerksamkeit, weil nicht alle Vorgänge dem Auge bloss liegen. Die umstehende Fig. 205 veranschaulicht den dazu dienenden Apparat. Gleiche Buchstaben bezeichnen gleiche Theile wie in den letzteren Abbildungen. Die Manipulation mit geschlossenen Filterpressen erleidet nur von da ab eine Modification, wo der bei *m* abfliessende Saft anfängt schwächer zu werden. Gesetzt, der zuerst abfliessende Saft zeige eine Dichtigkeit von 8° Bé., so wird der nachfolgende von Minute zu Minute an Dichte verlieren. Ist die Dichte der Flüssigkeit bis auf 4 oder 5° Bé gesunken, so wird der Hahn bei *m* geschlossen, der Deckel *r* oben wasserdicht aufgelegt, was keine Schwierigkeit verursacht, weil kein grosser Druck vorhanden, und der schwächere Saft mittelst des Rohres *s*, welches in die zweite durchbohrte Achse mündet, nach dem Uebersteigrohre *tt* geleitet, um in die zweite, resp. dritte, vierte Filterpresse übergeführt zu werden. Der auf dem oberen Deckel angebrachte Hahn dient dazu, die sich ansammelnde Luft entweichen zu lassen, und der Hahn *o* gestattet die Entleerung des Rohres *s* vom letzten Safte. Endlich befindet sich unter jedem Apparate ein Wagen *w*, in welchen nach beendeter Operation und Abfluss

Fig. 204.


q
q
q
q
a
a
a
a
b
b
b
b
c
c
d
d
d
e
e
h
h
h
i
i
i
i
i
i
m
m
o
o
o
o
p
p
12 9 6 3 0
1
2
3
4
5 Fuss Rhl.

des Wassers die Träber aus jeder Filterpresse durch Umkippen entleert und so weiter transportirt werden.

Fig. 205.



Die Idee, den Rübensaft mittelst Anwendung von Filterpressen zu gewinnen, ist übrigens schon von Boudrimont versuchsweise ausgeführt worden. Seine Versuche, die sich auf grüne Rübenschnitte, nicht auf vorgepressten Rübenbrei erstrecken, findet man in Basset's „Guide pratique du fabricant de sucre" aufgezeichnet. Seite 295 u. 296 dieses Werkes spricht sich Boudrimont in folgender Weise dar-

über aus: „Ich benutzte ähnliche Filterpressen wie die des Grafen Real. Der Apparat vereinigte gleichzeitig ein Auswaschen und eine Filteration mittelst directen Wasserdruckes. Es ist klar, dass eine solche Vorrichtung die Maceration auf die allervortheilhafteste Weise auszuführen gestattet.“

Diese Mittheilungen veranlassten mich, meine lange gehegte Idee: mittelst directen Wasserdruckes den in den Pressrückständen noch verbliebenen Saft zu gewinnen, auszuführen und dazu ähnliche Filterpressen wie Boudrimont anzuwenden.

Schon im December 1860 entwarf ich die hier abgedruckte Zeichnung und sandte dieselbe an Herrn Weigley in Manchester (Firma: Fothergill, Weigley & Smith) zur Anfertigung.

Herr Weigley besuchte mich hierauf im Februar 1861, wo ich Alles mit ihm besprach und ihm die letzten Details dazu mittheilte. Unterm 27. August desselben Jahres empfing ich von ihm die ausgeführte Zeichnung nebst Rechnung etc. Die Zeichnung war mit der Ueberschrift „Hydraulischer Apparat zum Auswaschen von Rüben nach vorhergegangener Pressung“ versehen und ich habe dieses Original gerichtlich deponirt, da mir die Priorität dieses Apparates von gewisser Seite mit grosser Keckheit streitig gemacht worden ist.

Wir wollen jetzt zur Betrachtung der von mir angewendeten Zerkleinerungsmaschine übergehen, dieselbe ist theilweise von den Herren Pichon et Mougoux zuerst construirt und dem sogenannten „Wolf“ in der Wollspinnerei nachgebildet. Ich wurde auf diese Maschine durch einen Vortrag des verstorbenen Herrn Derosne aufmerksam, welchen derselbe 1812 am 8. Januar in der Société d'encouragement zu Paris gehalten hatte, und der Seite 274 und 275 in „Guide pratique du fabricant de sucre“, Paris 1861, aufgezeichnet steht. Derosne äusserte sich damals in folgender Weise: „Ich betrachte diese Maschine als die vollkommenste, welche bis jetzt nach dieser Richtung hin construirt worden ist, denn sie vereinigt alle Vortheile der derzeit bekannten Maschinen, ohne irgend eine Unannehmlichkeit der anderen zu besitzen.

„Das Reibsel welches sie liefert, ist von vorzüglicher Beschaffenheit und der zerzupfende Cylinder (tirutateur) hat nicht die Unannehmlichkeit, dass er sich verstopft.*) Endlich scheint auch die zum Betriebe der Maschine erforderliche Kraft im Verhältniss zu dem, was

*) Bei dem mehr oder weniger feuchten Zustande, in welchem sich der Pressling befindet, ist das von grosser Bedeutung, und dieser Umstand allein schon hätte mich bestimmen können, diese Maschine zu adoptiren.

sie leistet bedeutend geringer zu sein, als bei den anderen zu diesem Zwecke construirten Maschinen."

Schon hieraus geht hervor, dass die Vortheile, welche diese Maschine bietet, sehr wesentlich sein müssen, und sie sind es auch in der That.

Die beistehende Zeichnung (Fig. 206 u. 207) stellt diese von mir verbesserte Zerkleinerungsmaschine dar, wie sie gegenwärtig angewendet wird.

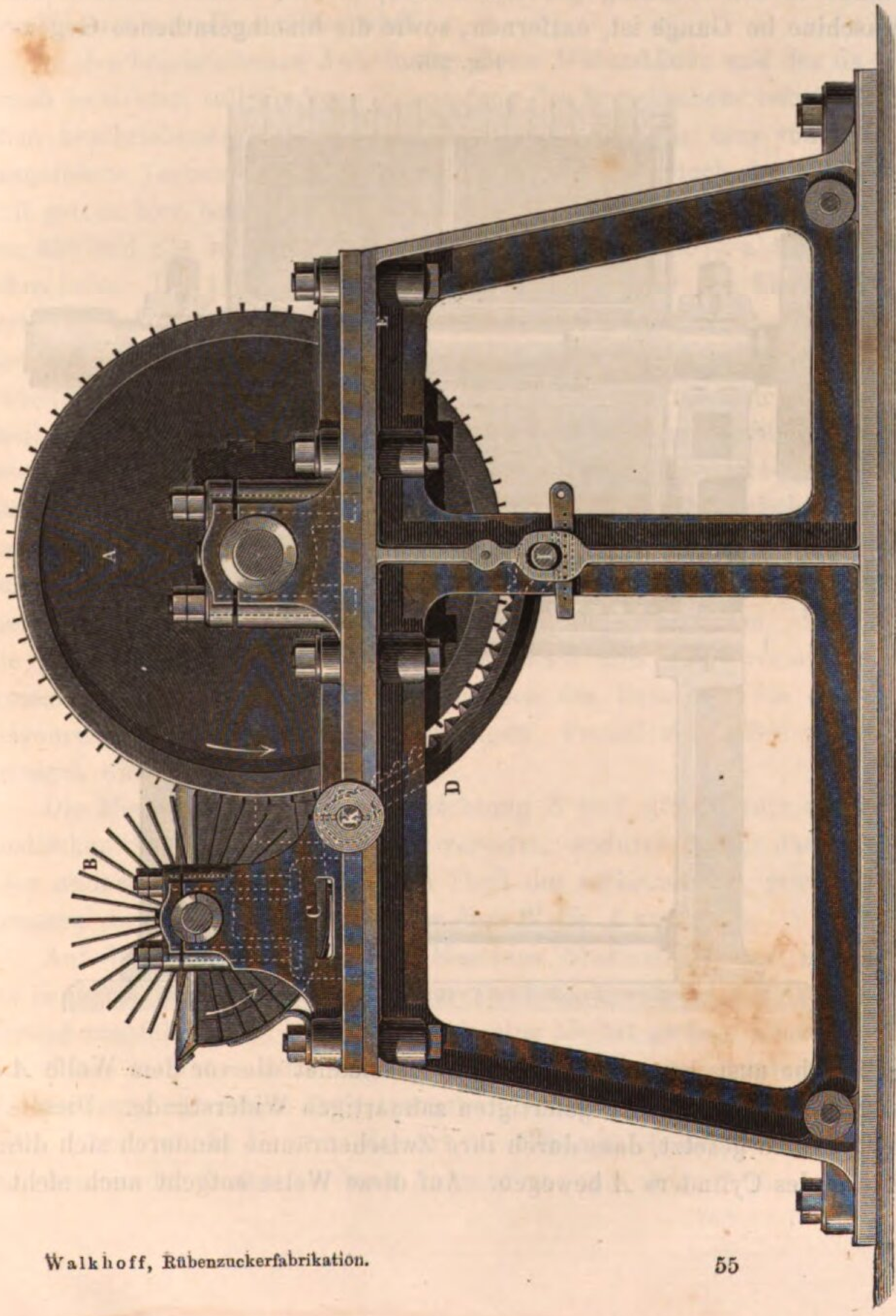
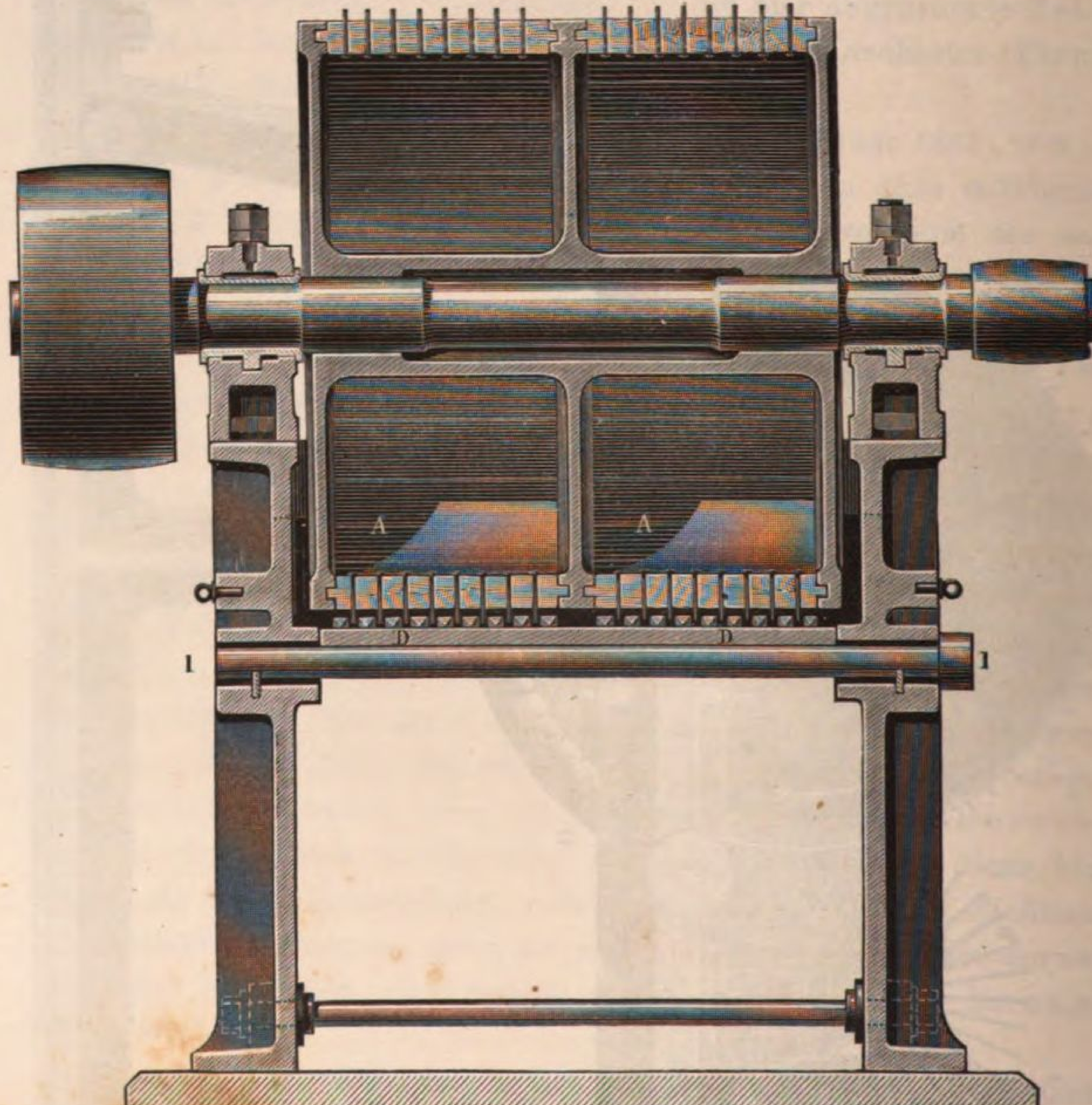


Fig. 206.

A ist der sogenannte Wolf, ein mit hervorragenden eisernen Nägeln oder Stiften besetzter hölzerner Cylinder, der sich in der Richtung des Pfeiles dreht. *B* ist eine Welle, welche mit langen messerartigen Armen versehen ist und in der Richtung des anderen Pfeiles sich bewegend, die Presslinge dem Wolf entgegenführt. Der Schieber *C* dient dazu, um in dem Falle, dass Steine, Nägel oder sonstige Gegenstände in den Pressling gekommen sind, diesen, selbst während die Maschine im Gange ist, entfernen, sowie die hineingerathenen Gegen-

Fig. 207.



stände herausnehmen zu können; *D* bezeichnet die vor dem Wolfe *A* angebrachten aus Eisen gefertigten zahnartigen Widerstände. Dieselben sind so gesetzt, dass durch ihre Zwischenräume hindurch sich die Zähne des Cylinders *A* bewegen. Auf diese Weise entgeht auch nicht

der kleinste Theil des Presskuchens der Zerzupfung. Die Widerstände *E* dagegen dienen dazu, das Herumschleudern der zerrissenen Rübenfasern zu verhindern und gleichzeitig um den Wolf rein zu erhalten, ihn zu putzen.

Die Arbeit der Maschine selbst ist leicht fasslich. Der Presskuchen wird bei *B* eingeworfen; die Welle *B* zerschneidet die grösseren Stücke und führt die Masse dem Wolfe *A* zu, von dem sie mit Hülfe der Widerstände *D* zerrissen wird.

In der beschriebenen Anordnung dieser Widerstände und der dadurch bewirkten vollständigen Zerzupfung des Presskuchens nebst der oben beschriebenen Zuführungseinrichtung besteht die eine von mir ausgeführte Verbesserung der Maschine, wobei ich jedoch der Wahrheit getreu hier bemerken will, dass ich diese Widerstände den Figuren 238 und 239 in Muspratt's Chemie Bd. I, Seite 875 u. 876 entlehnt habe. Ich lasse die Widerstände *D* jetzt ganz von Eisen anfertigen, anstatt des sonst dazu verwendeten Holzes. Früher wurde derselbe in der Weise construirt, dass man ausgezackte Eisenbleche zwischen ausgeschnittene Bretter legte; dieses hatte aber den Nachtheil, dass sich in die Zwischenräume stets zerriebener Pressling festsetzte, der mit der Zeit zu säuern anfing und die durchgehende Rübenfaser ebenfalls dazu geneigt machte. Um diesem Uebelstande vorzubeugen, war man genöthigt, alle 6 Stunden den Wolf *A* herauszunehmen, um die Zwischenräume unten zu reinigen, was immerhin viel Arbeit verursachte, ohne das Säuren ganz zu verhüten. Durch die neue Construction der Widerstände wird dies Alles vermieden. Ausserdem kann man durch Herausziehen des Bolzens *l* die ganze Gegenreibe um *k* drehend zurückschlagen, worauf sich Alles selbst reinigen würde.

Die Messer der Zuführungsvorrichtung *B* sind, gleich einer archimedischen Schraube, auf der Welle versetzt, wodurch immer das eine oder andere Messer, einen kleinen Theil des zerkleinerten, gewissermaassen vorgeschnittenen Presslings dem Wolfe *A* zuschiebt.

Auf diese Weise arbeitet die Maschine continuirlich und indem ihr in jedem Moment nur ein kleiner Theil des Presslings zur Zerkleinerung zugeführt wird, beansprucht sie eine höchst geringe Kraft.

Schon im Jahre 1862 habe ich diese gewiss nicht unwesentliche Verbesserung in meinem Patentgesuche beschrieben, und im folgenden Jahre (1863) wurde die erste der Art vervollkommnete Zerkleinerungsmaschine in der Zuckerfabrik zu Nabutoff von mir aufgestellt.

Die frühere Zuführungsvorrichtung (älteres Patent) arbeitete stossweise, indem die Segmente in ganzer Breite der Reibe sich auf einmal gegen den Cylinder bewegten, was zur Folge hatte, dass wenn Pressling dazwischen lag, die ganze Breite des Reibecylinders auf einmal arbeiten musste. In diesem Moment wurde also eine sehr bedeutende Kraft in Anspruch genommen; während in den Augenblicken, wo die Segmente zurückgingen, der Cylinder gar nicht arbeitete, wodurch also die Hälfte der Zeit nutzlos verloren und zugleich die Leistungsfähigkeit und Solidität der Maschine wesentlich beeinträchtigt wurde. Dazu kam noch, dass man genöthigt war, dem Zerkleinerungscylinder eine grössere Geschwindigkeit (1000 bis 1300 Umdrehungen pro Minute) zu geben, um eine angemessene Wirkung zu erzielen. Ausserdem zeigt sich auch noch der Uebelstand, dass beim Zurückgehen der Zubringer (poussoirs) stets Pressling nach hinten herausgeschleudert wurde und dass andererseits die Presskuchen nicht immer von dem Wolfe selbst gefasst wurden, sondern die öftere Nachhülfe eines Arbeiters nöthig war. Alle diese gerügten Uebelstände sind bei der von mir vervollkommneten Maschine sorgfältigst vermieden. Sie arbeitet mit grosser Gleichmässigkeit und schafft bei 450 bis 600 Umdrehungen in der Minute dasselbe, was eine Reibetrommel früherer Construction von gleichem Durchmesser bei 1000 bis 1300 Umdrehungen zu leisten im Stande war. Die Kraft, welche zur Zerkleinerung der Presskuchen von täglich 1000 Ctr. frischer Rüben erforderlich ist, beträgt nach meinen praktischen Versuchen bei der vervollkommneten Maschine nur $1^1/_2$ Pferdekraft. Bei dieser unbedeutenden Kraft, die die Maschine erheischt, kann sie auch mit grosser Solidität ausgeführt werden und unterliegt verhältnissmässig auch nur einer geringen Abnutzung. Selbst die Lager, in welchen die Reibetrommel läuft, bieten eine grosse Dauerhaftigkeit, denn ich kenne Maschinen, welche zwei Campagnen lang in denselben Lagern liefen.

Nachdem wir nun die Construction der betreffenden Maschine und Apparate ins Auge gefasst haben, wollen wir auch die damit auszuführenden Operationen im Zusammenhange betrachten.

Sobald die aus der Presse kommenden Beutel oder Tücher entleert werden, beeilt man sich die Presskuchen bei *B* einzuwerfen, wo sie von den Armen der Welle gefasst, dem Wolfe *A* zugeführt werden. Empfehlenswerth ist es daher, über der Welle *B* einen Einwurf anzubringen und in diesen die Presstücher u n m i t t e l b a r entleeren zu lassen. Will man Letzteres nicht, so ist es wenigstens rathsam, den

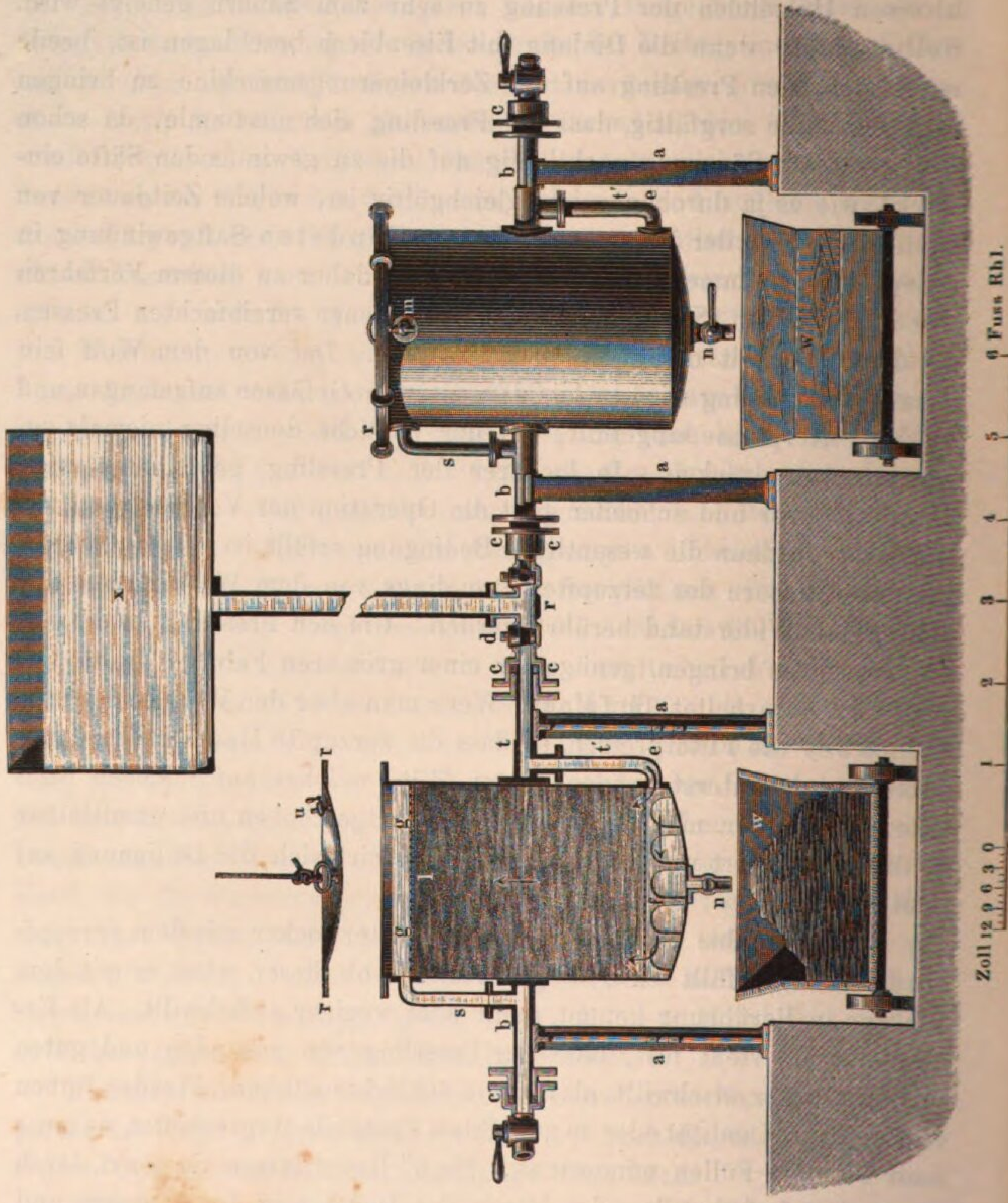
Platz, auf welchem die Presstücher ausgeschlagen werden, mit Eisenblech zu belegen, da durch das Ausschlagen des Presslings auf die blossen Holzdielen der Pressling zu sehr zum Säuern geneigt wird. Selbst dann, wenn die Dielung mit Eisenblech beschlagen ist, beeile man sich, den Pressling auf die Zerkleinerungsmaschine zu bringen und vermeide sorgfältig, dass der Pressling sich ansammle, da schon die geringste Säuerung nachtheilig auf die zu gewinnenden Säfte einwirkt, wie es ja durchaus nicht gleichgültig ist, welche Zeitdauer von dem Zerreiben der Rübe an bis zur vollendeten Saftgewinnung in Anspruch genommen wird. Ich empfehle daher zu diesem Verfahren die im Früheren (S. 205 und 206) beschriebenen vereinfachten Pressen, da diese die Zeit der Pressdauer abkürzen. Der von dem Wolf fein zerzupfte Pressling wird in leichten, eisernen Gefässen aufgefangen und in die Filterpresse eingefüllt, mit der Vorsicht, denselben niemals zusammen zu drücken. Je lockerer der Pressling geschichtet wird, desto sicherer und schneller geht die Operation der Verdrängung von Statten, da dann die wesentliche Bedingung erfüllt ist, dass auch die kleinsten Fasern des zerzupften Presslings von dem Wasser ohne den geringsten Widerstand berührt werden. Um den Pressling in die Filterpressen zu bringen, genügen in einer grösseren Fabrik, die täglich 3000 Ctr. verarbeitet, fünf Mann. Wenn man aber den Wolf hoch stellt, d. h. über die Filterpressen, so dass die zerzupfte Masse in einen unmittelbar darunterstehenden Wagen fällt, welcher auf Schienen nach jedem Pressfilter mit der Hand leicht fortgeschoben und unmittelbar in diesen entleert werden kann, dann reducirt sich die Bedienung auf zwei Arbeiter.

Die Höhe, bis zu welcher der Pressfilter locker mit dem zerzupften Pressling gefüllt wird, hängt davon ab, ob dieser, wenn er mit dem Wasser in Berührung kommt, mehr oder weniger aufschwillt. Als Erfahrungssatz steht fest, dass der Pressling von gesunden und guten Rüben weniger anschwillt, als der von schlechten Rüben. Werden Rüben von geringer Qualität oder in gewelktem Zustande *) verarbeitet, so muss man bei dem Füllen mindestens 3 bis 6″ Raum lassen, da sonst durch zu starkes Aufschwellen der Masse der Durchgang des Wassers und der Abfluss des Saftes bedeutend erschwert wird. Durch aufmerksame Beobachtung wird indess der Fabrikant bald lernen, je nach Beschaf-

*) Vielleicht in Folge des grösseren Pectingehaltes, resp. einer stärkeren Disposition der Faser, Wasser aufzunehmen.

fenheit der in Arbeit befindlichen Rüben, in der Filterpresse den richtigen Punkt zu treffen.

Fig. 208.



Nachdem die Filterpresse gefüllt ist, legt man auf den Pressling lose ein Messingsieb *l*, von der Feinheit der Centrifugensiebe, und schraubt dann den eisernen Siebdeckel *g* (Fig. 208) fest auf. Jetzt öffnet man den Wasserhahn *d* so weit, dass das Wasser ungefähr in 15 bis 20 Minuten den Raum der Filterpresse füllt. Das von unten nach

oben successive steigende Wasser drängt den Rübensaft vor sich her, mischt sich nach und nach mit demselben mehr oder weniger, und bei *m* angelangt, fliesst der Saft in nahezu normaler Dichte ab. Die Regulirung des Wasserhahnes *d* in der Weise, dass in einer gewissen Zeit das zuströmende Wasser den Saft bis zum Abflussrohre drängt, ist durchaus nicht so schwierig, als es im ersten Augenblicke scheint. Der damit umgehende Arbeiter erlangt in sehr kurzer Zeit eine solche Uebung, dass er sofort die geeignete Stellung des Wasserhahnes findet und die Zeitdauer der Operationen ganz in seiner Gewalt hat. Ist indess der Wasserhahn *d* klein genug, ein sog. halbzölliger, und ist der Druck von dem Wasserreservoir aus nicht zu stark, so kann man den Hahn beim Zulassen des Wassers ganz öffnen, und eine derartige Einrichtung dürfte immerhin das Empfehlenswertheste sein. Da der Pressling specifisch leichter ist als Wasser, so wird durch das einströmende Wasser die ganze Fasermasse und mit ihr gleichzeitig das aufliegende feine Messingsieb *l* bis an den Siebdeckel *g* gehoben, und da das Messingsieb keine Fasern hindurch lässt, so tritt der Saft, gleichsam filtrirt, über den Siebdeckel und fliesst bei *m* (Fig. 208) ganz klar und frei von den Rübenfasern ab.

Die Zeit, welche zur vollständigen Verdrängung des Saftes erforderlich ist, hängt natürlich von der Schnelligkeit ab, mit welcher das zufliessende Wasser die Fasermasse durchströmt; in der Regel dauert dieser Vorgang 20 Minuten. Die Verdrängung des Saftes ist vollständig beendet, sobald die abfliessende Flüssigkeit am Baumé'schen Aräometer 0° zeigt. Ist dieser Zeitpunkt eingetreten, oder will man die Auslaugung schon bei 1° oder 2° Bé. als beendet ansehen, so wird der Wasserhahn *d* geschlossen und der Abflusshahn *n* geöffnet. Besitzt dieser eine entsprechende Weite, so geht der Wasserabfluss sehr rasch von Statten; er kann aber noch mehr beschleunigt werden, wenn man eine absaugende Luftpumpe zu Hülfe nimmt. Ist das Wasser abgelassen, so löst man die Schrauben *i i*, dreht sie um die Bolzen *k*, nimmt den Siebdeckel *g* ab, entfernt das Sieb *l* und kippt sodann den ganzen Pressfilter um, so dass die ausgelaugten Träber auf den Boden oder in einen darunter gestellten Wagen fallen, um fortgeschafft zu werden. Hierauf öffnet man den Wasserhahn *d* und spült so den Cylinder aus, welcher, nachdem er in seine aufrechte Lage wieder zurückgebracht ist, zu einer neuen Operation dienen kann. Man wird in der Praxis finden, dass alle Manipulationen leicht und mit grosser Präcision auszuführen sind.

Es ist indessen durchaus nicht gleichgültig, von welchem Durchmesser die Filterpressen oder Kippgefässe construirt werden, denn nach meinen Beobachtungen ist bei sehr grossem Durchmesser die Geschwindigkeit, mit welcher das Wasser vom Boden bis zum Siebdeckel steigt, nicht an jedem Punkte derselben Presslingsschicht gleich gross. Es rührt das daher, dass, so fein auch der Presskuchen durch den Wolf zerzupft wird, die Presslingsfaser der steigenden Wassersäule einen nicht in allen Punkten gleichartigen Widerstand entgegenstellt. Ich habe bei den Kippgefässen von grösserem Durchmesser gefunden, dass dem Ablaufhahne des Saftes gegenüber eine Verdrändung des Saftes in den oberen Schichten fast gar nicht stattfindet. Es tritt nämlich derjenige Vorgang ein, den man in der Praxis sehr treffend mit dem Ausdrucke bezeichnet: „das Wasser bildet oder sucht sich einen Weg“, und zwar hier nach dem Ablaufhahne zu. Hieraus kann man aber entnehmen, wie wichtig es ist, die Presslingsfaser ganz gleichmässig locker in die Filterpresse zu schichten.

Es ist rathsam, die Filterpresse nicht über 24″ Durchmesser zu construiren; ich habe gefunden, dass Pressen von diesem Durchmesser stets gut und sicher arbeiten und die oben erwähnten Uebelstände nicht darbieten. Mit einer Filterpresse von diesem Durchmesser verarbeitet man in 24 Stunden mit Leichtigkeit die Presslinge von 160 Ctr. frischen Rüben. Eine Fabrik, die in 24 Stunden 1000 Ctr. Rüben verarbeitet, bedarf demnach (1000 : 160 =) 6 Filterpressen von angegebenem Durchmesser.

Das Wasserreservoir, von dem aus die Filterpressen gespeist werden, wird nach meinen praktischen Erfahrungen am besten in einer Höhe von 10 bis 15′ über den Filterpressen aufgestellt; indessen auch bei einer Höhe von 40′ tritt noch kein merklicher Uebelstand ein, wenn nur der Wasserhahn *m* entsprechend regulirt wird. In Bezug auf den Wärmegrad des Wassers empfiehlt sich die Lufttemperatur oder circa 15° R. Ist man gezwungen, das Wasser in den Wintermonaten zu erwärmen, so gehe man nicht über 25° R.

Um zu erfahren, in welchem Grade eine Vermischung des Saftes mit dem Wasser in gewissen Zeitperioden der Extraction stattfindet, habe ich Versuche angestellt, und bei einer geregelten langsamen Operation mit 515 Pfd. Presslingen folgendes Ergebniss gefunden:

Normalsaft 13,5° Balling.

	Zeitdauer Minuten.	Verdrängte Flüssigkeit. Pfd.	Verdrängte Flüssigkeit. Grade Balling.	Enthaltend Saft von 13,5°. Pfd.	Enthaltend Wasser. Pfd.	100 Pfd. Rüben. Procente Saft	100 Pfd. Rüben. Procente Wasser.	Verdrängte Flüssigkeit wiegt Grade Beaumé.
1	1 bis 5	80	12,6	75	5	3	0,2	7
2	5 — 10	80	8,5	68	12	2,70	0,50	4
3	10 — 15	80	5,0	32	48	1,25	2,70	3 *)
4	15 — 20	80	3,0	18	62	0,75	2,75	1
5	20 — 25	80	2,0	12	68	0,48	2,80	1
6	25 — 30	80	0,9	6	74	0,29	3,0	0,5
—	—	480	—	211	269	8,47	11,95	—

Da hier durch die hydraulischen Vorpressen 84 Proc. Saft gewonnen wurden, und durch die Filterpresse wie oben 8,47 Proc., so ist das Ergebniss 92,47 Proc. Saft von 100 Pfd. Rübe.

Wie man sieht, mischt sich in den ersten fünf Minuten ausserordentlich wenig Wasser mit dem Safte, und auch die nachfolgenden fünf Minuten mit hinzugenommen, also in den ersten zehn Minuten der Operation ist das Verhältniss noch ein sehr günstiges, indem auf circa 5,7 Proc. verdrängten Saft nur 0,7 oder doch nicht ganz $^3/_4$ Proc. Wasser pro 100 Rübe mit übersteigen. Ja selbst bei einer noch weitere fünf Minuten fortgesetzten, 15 Minuten dauernden Operation wird noch ein befriedigendes Resultat erzielt, da auf $6^3/_4$ Proc. reinen Saft nur 3,4 Proc. Wasser mit überlaufen, was bei billigen Verdampfungskosten nicht stark ins Gewicht fällt. Im späteren Laufe der Operation, d. h. nach den ersten 15 Minuten gestaltet sich dagegen allerdings das Verhältniss zwischen Saft und Wasser wesentlich ungünstig, da die Verdampfungskosten zu gross werden, und scheint es gerathen, die directe Operation abzubrechen, sobald die verdrängte Flüssigkeit unter 3° Bé. Dichte besitzt, und den verdünnteren Saft in folgender Weise zu Nutze zu machen.

*) 6,75 Saft, 3,4 Proc. Wasser.

Sobald die ablaufende Flüssigkeit nur noch 3° Bé. zeigt, so schiebt man die Rinne *q* (Fig. 204) unter den Saftabfluss *m*. Der verdünnte Saft läuft dann in den Trichter *p*, und wird durch das Rohr *o* unter den falschen Boden *f* geführt. Man verdrängt sonach mit der übergeführten dünneren Flüssigkeit den dichten Rübensaft und fährt damit so lange fort, bis die übersteigende Flüssigkeit nur noch circa 0,5° Bé. zeigt. Jetzt wird der Hahn bei *p* geschlossen, die noch übrige Flüssigkeit aus der erschöpften Filterpresse abgelassen und die weitere Verdrängung des Saftes in der nun in Wirksamkeit getretenen Filterpresse durch Zufluss des Wassers aus dem Wasserreservoir *x* fortgesetzt. Ebenso verfährt man auch mit den folgenden Filterpressen, so dass ein continuirlicher Kreislauf eintritt, der nur durch die unvermeidliche Pause beim Schichtwechsel unterbrochen wird. Die Vortheile einer solchen Manipulation müssen Jedem einleuchten, denn die Saftgewinnung ist nach Maassgabe der vorstehenden Tabelle eine beinahe vollständige, während die Quantität Wasser, die sich im Durchschnitt als unvermeidlich mit dem Safte mischt, so bedeutend reducirt wird, dass selbst bei Anwendung des theuersten Brennstoffes die Abdampfungskosten nicht mehr in die Wagschale fallen.

Die Menge des Saftes (von normaler Dichte), die man aus den Pressrückständen mit Hülfe der Filterpresse erzielt, kann sehr verschieden sein, da sie davon abhängt, welche Saftmenge schon vorher, mittelst der Vorpressen, gewonnen wurde. Je schlechter also die Vorpressen arbeiten, desto bedeutender muss die Saftmenge sein, welche durch die Filterpressen erhalten wird. Ich habe nach den Resultaten verschiedener Fabriken folgende Tabelle darüber zusammengestellt.

Wenn durch die Vorpressen oder eine andere Methode aus 100 Pfd. Rübe an Saft erzielt wurde:	so erhielt man durch die Filterpressen an Saft von gleicher Dichte:	Die ganze Menge des Saftes von normaler Dichte beträgt pro 100 Rübe:
84 Proc.	8 Proc.	92 Proc.
80	11½	91½
70	18	88
60	24	84

Diese Tabelle zeigt, dass das Gesammtergebniss ein um so besseres (und sichereres) ist, je grösser die Saftausbeute vor der Operation mit den Filterpressen war, und es ist dies ganz erklärlich.

Man kann annehmen, dass bei geringer Vorpressung mindestens 60 Proc. Saft aus 100 Theilen Pressling gewonnen werden, dass also, wenn 68 Proc. Saft gepresst worden wären und mithin 32 Proc. Pressrückstände blieben, noch $\left(\frac{60 \cdot 32}{100} =\right)$ 19,2 Proc. Saft durch die Filterpressen gewonnen werden, daher in Summa 68 + 19,2 Proc. = 87,2 Proc. Saft. Ergiebt aber die Vorpressung 82 Proc. Saft und 18 Proc. Pressling, so erzielt man durch die Filterpressen noch $\left(\frac{55 \cdot 18}{100} =\right)$ 9,9 Proc. Saft, in Summa werden also 82 + 9,9 Proc. = 91,9 Proc. normaler Saft resultiren. Bei noch besserem Pressen werden z. B. nur 50 Proc. des Presslings an Saft gewonnen, so dass bei 84 Proc. Saftgewinn nur 16 Proc. Rückstände, (16 . 50 =) 8 Proc. Saftgewinn resultiren, was in Summa (84 + 8 =) 92 Proc. ausmacht. Diese Rechnung erweist sich jedoch insofern in der Praxis mit kleinen Fehlern behaftet, als von den Presslingen immer etwas verloren geht. Die angeführten Daten sollen nur dazu beitragen, eine Vergleichung dieser und ähnlicher Apparate zu ermöglichen.

Von grossem Einfluss auf das Quantum der Saftausbeute ist auch die Construction der Apparate. Während nämlich bei Anwendung von weiten Gefässen ein Saftergebniss von 55 Proc. des Presslings schon ein vorzügliches Resultat ist, werden mit engeren Filterpressen (Fig. 203) leicht 60 Proc., ja selbst 68 Proc. erzielt.

Endlich ist auch die Geschwindigkeit, mit welcher der Verdrängungsprocess vor sich geht, keineswegs gleichgültig. Es liegt auf der Hand, dass, je langsamer die Verdrängung vor sich geht, um so vollständiger auch die Erschöpfung der Presslingsfaser sein muss, und umgekehrt. Uebrigens will ich hier gleich erinnern, dass eine wirklich absolute Saftgewinnung im Bereich des Unmöglichen liegt. Das höchste Resultat, welches ich auf praktischem Wege mittelst Anwendung geschlossener Filterpressen (Fig. 205) erzielt habe, war das von 68 Proc. Saft pro 100 Pfd. Pressling. Zum Vorpressen dienten dabei Pressen mittlerer Grösse, die 82 Proc. Saft und 18 Proc. Pressling gaben, demnach lieferten die Filterpressen (17 . 68 =) 11,56 Proc. Saft und die Totalausbeute an Saft betrug 82 + 11,56 = 93,56 Proc. Da die Rübe im Mittel 96 Proc. Saft enthält, so bleiben immer noch

2,4 Proc. Saft im allergünstigsten Falle, gewöhnlich aber noch 4 Proc. Saft in der Presslingsfaser, oder eben so viel als die festen Bestandtheile der Rübe betragen. Ich mache mit Fleiss auf diesen Umstand aufmerksam, weil die Gegner und oberflächlichen Beurtheiler meines Verfahrens bereits mehrfach behaupteten, die bei meinem Verfahren erhaltenen Rückstände wären zur Viehfütterung nicht mehr tauglich, oder wenigstens von sehr geringem Werthe, weil sie zur Gährung nicht mehr fähig wären, da ihnen aller Zucker entzogen worden sei. Ich werde auf diesen Einwand später zurückkommen.

Bevor ich nun mein Verfahren noch specieller beleuchte, muss ich erwähnen, dass über mein Verfahren oder vielmehr über ein vermeintlich analoges Verfahren eine Broschüre in französischer Sprache erschienen ist, unter dem Titel „über das Reiben und Maceriren des Reibsels (der Pulpe)", gezeichnet Alens (Smela), gedruckt in Kief, in welcher S. 2, 3 und 4 folgende Theorie aufgestellt wird:

„Wenn man ein gleiches Gewicht Wasser zu den löslichen Theilen des Presslings setzt, so entsteht fast augenblicklich ein Austausch der Dichtigkeiten, indem der Pressling Wasser aufnimmt und das Wasser dagegen sich mit den löslichen Bestandtheilen des Presslings schwängert. Es folgt daraus, dass, wenn der Presslingssaft z. B. 10° Bé. normale Dichtigkeit hat, so würden Wasser und Pressling nicht mehr als die halbe Dichtigkeit, also 5° Bé. haben. Wenn man dem Rübenbrei 80 Proc. Saft entzieht, dann bleiben 20 Proc. Pressling, von denen 5 Proc. feste und 15 Proc. lösliche Bestandtheile sind, deshalb muss man, um von gleichen Gewichten die halbe Dichtigkeit zu erhalten, damit anfangen, $\frac{1}{4}$ des Gewichts des Presslings als unlöslich abzuziehen, so dass z. B. von 68 Pfd. Pressling minus ($\frac{1}{4}$ feste Stoffe =) 17 Pfd. = 51 Pfd. Saft im Pressling enthalten sind.

„Wenn man folglich in vier Gefässen, welche gleiche Mengen fassen, Wasser zu den Presslingen füllte, nachdem man 25 Proc. davon abgerechnet, so würde man, liesse man die Flüssigkeit über mehrere Gefässe laufen, bei jeder Operation die mittlere Dichtigkeit des Saftes erhalten. Füllte man z. B. in das erste Gefäss eine Gewichtsmenge Wasser zu 75 Proc. des Presslings, der noch einen Saft von 10° Bé. enthält, so würde man eine Flüssigkeit von 5° Bé. erhalten, dieser Saft von 5° Bé. würde in dem folgenden Gefässe $\frac{5 + 10}{2} =$ $7\frac{1}{2}$° Bé. Dichtigkeit erhalten und sofort:

I.	Gefäss	10^0 Bé.	+	0^0	=	5^0	Bé.	Dichtigkeit
II.	„	10^0 „	+	5^0	=	$7\frac{1}{2}^0$	„	„
III.	„	10^0 „	+	$7\frac{1}{2}^0$	=	$8\frac{3}{4}^0$	„	„
IV.	„	10^0 „	+	$8\frac{3}{4}^0$	=	$9\frac{3}{8}^0$	„	„

„Die nachfolgende Tabelle (aus der ich hier nur Nr. I. und II. beifüge) zeigt, wie die Saftdichtigkeit in dem Grade sich steigert, als das Wasser in den verschiedenen Gefässen vorgedrängt wird oder wie es sich in den Filterpressen hebt:

Nr. I.

$$\begin{aligned} 10 + 8{,}75 &= 9{,}375^0 \\ 8{,}75 + 5 &= 6{,}875^0 \\ 5{,}0 + 1{,}25 &= 3{,}125^0 \\ 1{,}25 + 0 &= 0{,}625^0 \\ \hline & \quad 20{,}00^0. \end{aligned}$$

Nr. II.

$$\begin{aligned} 9{,}375 + 6{,}875 &= 8{,}125 \\ 6{,}875 + 3{,}125 &= 5{,}0 \\ 3{,}125 + 0{,}625 &= 1{,}875 \\ 0{,}625 + 0 &= 0{,}312 \\ \hline & \quad 15{,}312. \end{aligned}$$

„Man kann sich übrigens eine unendliche Zahl von Lagen (Schichten) vorstellen, die von unten nach oben über einander liegen; hier hat man, um die Sache zu veranschaulichen, nur vier Lagen angenommen“ etc.

Wer in der Geschichte der Rübenzuckerfabrikation einigermaassen bewandert ist, dem dürfte wohl bekannt sein, dass diese Theorie des Austausches der Dichtigkeiten in Bezug auf frische Rüben schon zu einer Zeit aufgestellt wurde, in welcher sich gewissermaassen die Rübenzuckerfabrikation noch in der Kindheit befand. Ich habe schon auf S. 262 und 263 dieses Werkes nachgewiesen, wie höchst trügerisch diese Theorie ist, indem ich die wirklich praktischen Ergebnisse mit diesen theoretischen Fictionen in Parallele gestellt habe. Wenn sich nun schon in Bezug auf frische Rübenschnitte diese Theorie als gänzlich unhaltbar beweist, um wie viel ungereimter ist sie dann in Bezug auf die Manipulation mit den Presslingen.

Nach der in jener Broschüre aufgestellten Theorie soll (bei frischem Rübenbrei), nachdem das Wasser ein Gefäss passirt hat, die übersteigende Flüssigkeit die Hälfte der Dichtigkeit des normalen

2,4 Proc. Saft im allergünstigsten Falle, gewöhnlich aber noch 4 Proc. Saft in der Presslingsfaser, oder eben so viel als die festen Bestandtheile der Rübe betragen. Ich mache mit Fleiss auf diesen Umstand aufmerksam, weil die Gegner und oberflächlichen Beurtheiler meines Verfahrens bereits mehrfach behaupteten, die bei meinem Verfahren erhaltenen Rückstände wären zur Viehfütterung nicht mehr tauglich, oder wenigstens von sehr geringem Werthe, weil sie zur Gährung nicht mehr fähig wären, da ihnen aller Zucker entzogen worden sei. Ich werde auf diesen Einwand später zurückkommen.

Bevor ich nun mein Verfahren noch specieller beleuchte, muss ich erwähnen, dass über mein Verfahren oder vielmehr über ein vermeintlich analoges Verfahren eine Broschüre in französischer Sprache erschienen ist, unter dem Titel „über das Reiben und Maceriren des Reibsels (der Pulpe)", gezeichnet Alens (Smela), gedruckt in Kief, in welcher S. 2, 3 und 4 folgende Theorie aufgestellt wird:

„Wenn man ein gleiches Gewicht Wasser zu den löslichen Theilen des Presslings setzt, so entsteht fast augenblicklich ein Austausch der Dichtigkeiten, indem der Pressling Wasser aufnimmt und das Wasser dagegen sich mit den löslichen Bestandtheilen des Presslings schwängert. Es folgt daraus, dass, wenn der Presslingssaft z. B. 10° Bé. normale Dichtigkeit hat, so würden Wasser und Pressling nicht mehr als die halbe Dichtigkeit, also 5° Bé. haben. Wenn man dem Rübenbrei 80 Proc. Saft entzieht, dann bleiben 20 Proc. Pressling, von denen 5 Proc. feste und 15 Proc. lösliche Bestandtheile sind, deshalb muss man, um von gleichen Gewichten die halbe Dichtigkeit zu erhalten, damit anfangen, $\frac{1}{4}$ des Gewichts des Presslings als unlöslich abzuziehen, so dass z. B. von 68 Pfd. Pressling minus ($\frac{1}{4}$ feste Stoffe =) 17 Pfd. = 51 Pfd. Saft im Pressling enthalten sind.

„Wenn man folglich in vier Gefässen, welche gleiche Mengen fassen, Wasser zu den Presslingen füllte, nachdem man 25 Proc. davon abgerechnet, so würde man, liesse man die Flüssigkeit über mehrere Gefässe laufen, bei jeder Operation die mittlere Dichtigkeit des Saftes erhalten. Füllte man z. B. in das erste Gefäss eine Gewichtsmenge Wasser zu 75 Proc. des Presslings, der noch einen Saft von 10° Bé. enthält, so würde man eine Flüssigkeit von 5° Bé. erhalten, dieser Saft von 5° Bé. würde in dem folgenden Gefässe $\frac{5+10}{2} =$ $7\frac{1}{2}$° Bé. Dichtigkeit erhalten und sofort:

I. Gefäss	10^0 Bé.	$+ 0^0$	$= 5^0$	Bé.	Dichtigkeit	
II. „	10^0 „	$+ 5^0$	$= 7\frac{1}{2}^0$	„	„	
III. „	10^0 „	$+ 7\frac{1}{2}^0$	$= 8\frac{3}{4}^0$	„	„	
IV. „	10^0 „	$+ 8\frac{3}{4}^0$	$= 9\frac{3}{8}^0$	„	„	

„Die nachfolgende Tabelle (aus der ich hier nur Nr. I. und II. beifüge) zeigt, wie die Saftdichtigkeit in dem Grade sich steigert, als das Wasser in den verschiedenen Gefässen vorgedrängt wird oder wie es sich in den Filterpressen hebt:

Nr. I.

$$\begin{aligned} 10 + 8{,}75 &= 9{,}375^0 \\ 8{,}75 + 5 &= 6{,}875^0 \\ 5{,}0 + 1{,}25 &= 3{,}125^0 \\ 1{,}25 + 0 &= 0{,}625^0 \\ \hline & \quad 20{,}00^0. \end{aligned}$$

Nr. II.

$$\begin{aligned} 9{,}375 + 6{,}875 &= 8{,}125 \\ 6{,}875 + 3{,}125 &= 5{,}0 \\ 3{,}125 + 0{,}625 &= 1{,}875 \\ 0{,}625 + 0 &= 0{,}312 \\ \hline & \quad 15{,}312. \end{aligned}$$

„Man kann sich übrigens eine unendliche Zahl von Lagen (Schichten) vorstellen, die von unten nach oben über einander liegen; hier hat man, um die Sache zu veranschaulichen, nur vier Lagen angenommen“ etc.

Wer in der Geschichte der Rübenzuckerfabrikation einigermaassen bewandert ist, dem dürfte wohl bekannt sein, dass diese Theorie des Austausches der Dichtigkeiten in Bezug auf frische Rüben schon zu einer Zeit aufgestellt wurde, in welcher sich gewissermaassen die Rübenzuckerfabrikation noch in der Kindheit befand. Ich habe schon auf S. 262 und 263 dieses Werkes nachgewiesen, wie höchst trügerisch diese Theorie ist, indem ich die wirklich praktischen Ergebnisse mit diesen theoretischen Fictionen in Parallele gestellt habe. Wenn sich nun schon in Bezug auf frische Rübenschnitte diese Theorie als gänzlich unhaltbar beweist, um wie viel ungereimter ist sie dann in Bezug auf die Manipulation mit den Presslingen.

Nach der in jener Broschüre aufgestellten Theorie soll (bei frischem Rübenbrei), nachdem das Wasser ein Gefäss passirt hat, die übersteigende Flüssigkeit die Hälfte der Dichtigkeit des normalen

Saftes haben; — man würde hiernach, um eine Flüssigkeit von nur annähernder Dichte des normalen Saftes zu gewinnen, in der Praxis das Wasser mehrere Gefässe und zwar deren zehn bis zwölf passiren lassen müssen. Wie ganz anders verhalten sich die Erscheinungen bei meinem Verfahren, wo sofort bei dem nämlichen Pressfilter Saft von normaler Dichtigkeit oben abfliesst. Ja es kommt sogar vor, dass derselbe eine noch grössere Dichte zeigt. Diese absurd klingende Behauptung lässt sich in der Weise erklären, dass durch den in der Zerkleinerungsmaschine herbeigeführten Luftzug, namentlich bei etwas hoher Temperatur, eine Art Trocknung der so vielfach vertheilten Rübenfasern, also eine Concentrirung des darin enthaltenen Saftes bewirkt wird. Die Presslinge verhalten sich ähnlich wie die getrockneten Rübenschnitte bei der Maceration; sie geben ihren Zucker leicht ab, was wohl in Folgendem seinen Grund hat. Durch das Pressen werden die Gase ausgetrieben, die einer Einwirkung des Wassers auf die kleinsten Partikelchen sonst hinderlich sind. Besonders aber werden, namentlich durch eine starke Pressung, die Zellen der Rüben so stark lädirt, verschoben, zerquetscht, aus ihrem natürlichen Zusammenhange gebracht, dass sie dadurch und besonders durch die spätere nochmalige Zerkleinerung viel zugänglicher für das Wasser werden. Der so in Freiheit gesetzte Zuckersaft wird zunächst durch das Wasser verdrängt und mechanisch vorwärts geschoben, dann erst tritt in zweiter Linie und untergeordneter Bedeutung die Wirkung der Dialyse ein, und dadurch nur lässt es sich erklären, dass die abziehende Flüssigkeit zu Anfang der Operation die normale Dichte des Saftes besitzt.

Gewiss ist, dass durch diese Manipulationen bessere Resultate erzielt werden, als sie Dubrunfaut durch Zugabe einer geringen Menge Schwefelsäure, und Dombasle durch Erhitzen der frischen Rübenschnitte oder der Macerationsflüssigkeit erhielten; ausserdem ist das Vorpressen ohne schädliche Einwirkung. Es bieten also schon zwei verschiedene Factoren die grösste Garantie des Gelingens der Saftextraction. Der dritte Factor des Verfahrens ist die zugleich stattfindende Filtration des Saftes, der dadurch vollkommen klar und frei von allen mechanischen Beimischungen gewonnen wird. Deshalb schlug ich auch ein ähnliches Filter für die Schützenbach'sche Maceration nur in veränderter Form vor, um eine Filtration mittelst der eigenen Rübenfasern für die gewonnenen Säfte zu erzielen und dadurch jenem Uebelstande der bis zur Scheidung gelangenden Fasern vorzubeugen.

Da, sobald ich mit meinem Verfahren praktisch gute Resultate gewonnen, auch mehrere Herren die Erfindung gemacht haben wollen, so lege ich offen dar, welche Anregungen auf mich gewirkt und meine Ideen zur Reife gebracht haben:

Den ersten Anlass dazu gab mir das Studium des 1847 erschienenen Werkes: „*Améliorations chimiques et méchaniques apportées dans la Fabrication et le rafinage du Sucre de Cannes et de Betteraves par les Professeurs Chaumé et Delabarre.*“ S. 16 dieses Werkes heisst es wörtlich:

„Da wir gern unsere Nachforschungen und Belehrungen aus der Praxis entlehnen, so wollen wir hier mittheilen, wie einer der renommirtesten Zuckerfabrikanten, der in Pantin bei Paris wohnt, zu arbeiten pflegt.

Derselbe reibt die Rüben, unterwirft sie der Pressung in hydraulischen Pressen und wäscht den Rückstand in einem Apparate seiner Erfindung, der aus einer Anzahl vierseitiger Kästen zusammengesetzt ist etc.“

S. 17 heisst es dann weiter: „Gewiss kostet dieses Verfahren viel Arbeitslohn, aber gleichwohl muss es vortheilhaft sein, da ein in der Rübenzuckerfabrikation erfahrener und als intelligent bekannter Fabrikant fortfährt in dieser Weise zu arbeiten.“ Mir schienen diese Stellen sehr beachtenswerth; ich studirte dieses Werk fleissig und machte mir schon damals manche Combinationen. Später las ich Baudrimont's vortreffliche Abhandlungen über Zuckerfabrikation und interessirte mich namentlich für dessen Untersuchungen über die Einwirkung des directen Wasserdruckes auf den frischen Rübenbrei. Ich fand mich veranlasst, dieselben später für mich zu wiederholen, und war daher in der Lage, als Julius 1856 in der Vereinsschrift für Rübenindustrie eine solche Saftgewinnungsmethode proponirte, demselben ibidem 1857, S. 33 Baudrimont's Versuche mitzutheilen, da derselbe nicht sowohl auf einen schwächeren, als vielmehr auf einen stärkeren Wasserdruck Werth legt.

In demselben Bande der Vereinsschrift vom Jahre 1857, S. 206 und 207, findet sich folgende Mittheilung:

„Ich habe mir, nachdem ich fertig war, von einer anderen Fabrik, die sehr langsam und sorgfältig mit Pressen arbeitete, welche einen starken (?) zehnzölligen Stempel haben, Presslinge kommen lassen und habe diese nochmals gerieben und macerirt, und das Resultat war folgendes: „Ich gewann aus 52½ Zollcentner Pressling, 260 Pfd.

Füllmasse.“ Dies war für mich das wichtigste Factum, das mir bis jetzt vorgekommen. Der Beweis, dass ein Theil des in den Presslingen zurückbleibenden Zuckers auf technischem Wege noch gewinnbar sei, war somit unzweifelhaft geliefert, denn nach obigem Versuche resultirten aus $262\frac{1}{2}$ Ctr. Rüben noch nahezu 1 Proc. Füllmasse. Nach diesem blieb mir nur noch zu untersuchen übrig, auf welchem Wege dies Ziel am leichtesten zu erreichen sei. War auch der Gewinn an reinem krystallinischen Zucker bei dem oben angeführten Versuche nicht von Bedeutung, so lag doch der Schluss nahe, dass bei dem Transporte der Presslinge von einer Fabrik zur anderen eine wenigstens theilweise Umwandlung des darin enthaltenen Zuckers stattgefunden hatte. Es war also wahrscheinlich, dass, wenn die Auslaugung des Presslings rasch ausgeführt und so jeder Umwandlung des Zuckers vorgebeugt wurde, das Resultat sowohl in Bezug auf Qualität als Quantität des Zuckers ein wesentlich günstigeres sein würde. Meine Untersuchungen über den Verlust an Zucker in den verschiedenen Stadien der Fabrikation, welche ich in der Campagne 1857/58 auf meiner Reise in Böhmen machte, standen mit meinem Verfahren, das schon damals fast zum Abschlusse gelangt war, in naher Beziehung. Diese Reise geschah im Auftrage des Vereins für Rübenzuckerindustrie im Kaiserthum Oesterreich, und die Resultate derselben habe ich in meiner Schrift: „Böhmens Rübenzuckerfabrikation in der Campagne 1857/58, Prag 1858. Reisebericht von Louis Walkhoff“, veröffentlicht. S. 44 und 45 dieses Reiseberichtes sprach ich mich folgendermaassen aus:

„Im Ganzen definirt sich der Verlust bei einer Rübe von (11 Proc. in 100 Saft =) 10,45 Proc. Zuckergehalt bei dem jetzt üblichen Fabrikationsverfahren folgendermaassen:

Bei der Scheidung gehen verloren	0, 42 Proc.
beim Schlamm ein mechanischer Verlust von	0, 20 „
bei der Verdampfung, Knochenkohle etc.	0, 59 „
in die Melasse wird übergeführt	1,166 „
bei 78 Proc. Saftgewinnung gehen bei der Saftgewinnung verloren .	2, 75 „
Summa des Zuckerverlustes	4,651 Proc.

Eine Prüfung dieser aus der Praxis entnommenen Daten dürfte wohl auffordern, die Grösse des Zuckerverlustes bei der Saftgewinnung als des bei Weitem grössten der üblichen Fabrikationsmethode ernst-

lich ins Auge zu fassen und bei der jetzigen Zeit reiflich in Erwägung zu ziehen.

„Die Mittel, dem abzuhelfen, bestehen in einer vollständigen Saftgewinnung, sei es im Schleudern, sei es in zweimaligem Pressen unter Anwendung einer ziemlich bedeutenden Wassermenge nach dem ersten Pressen. Dadurch erhält man ebenfalls eine bedeutende und energische Maceration, die um so kräftiger wirkt, je mehr Saft bei der ersten Pressung entfernt war, und je mehr durch kräftige Pressung die Zellen, resp. deren Fasern, zerquetscht und so erschliessbarer wurden, oder doch nach dem Auflockern durch eine zweite Reibe zugänglicher für das Wasser."

Ich habe also schon damals die Hauptgrundlage meines Verfahrens mit aller Bestimmtheit ausgesprochen. Auf eine Detaillirung meines Verfahrens konnte ich zu jener Zeit, obschon ich vollständig über dasselbe im Klaren war, nicht eingehen, da mich, wie leicht begreiflich, triftige Gründe davon abhielten.

Auch Herr Walther in Halle, jener intelligente Fabrikant, machte 1859 Versuche im Grossen, mittelst Maceration den in dem Pressling enthaltenen Zucker zu gewinnen, und theilte mir mit, dass er aus 92 Ctr. Pressrückständen noch 211 Pfd. Rohzucker gewonnen habe. Da 92 Ctr. Presslinge circa 480 Ctr. Rüben entsprechen, so war aus 100 Rübe annähernd $1/2$ Proc. krystallinischer Zucker mehr gewonnen worden.

Alle angeführten Mittheilungen und Thatsachen bestätigten mir nur immer mehr die Richtigkeit meiner Idee, so dass schon 1859 mein Verfahren bis in alle Details vollständig zum Abschluss gelangt war.

Die erste praktische Ausführung desselben sollte darum auch noch in dem angeführten Jahre ausgeführt werden, und verband ich mich zu diesem Zwecke mit meinem Bruder C. E. Walkhoff auf Schosniz bei Breslau, wo wir gemeinschaftlich eine Fabrik nach meinem System errichten wollten. Die Mobilmachung dieses Jahres liess uns unseren Plan jedoch nicht zur Ausführung bringen, weil damals der Ausbruch eines Krieges allgemein als unabwendbar angesehen wurde. Diese bedenklichen Zeitverhältnisse bestimmten mich endlich auch, dem wiederholten Drängen des Grafen Alexis Bobrinsky nachzugeben und zu ihm nach Russland zu gehen, und so kam es, dass ich dies Verfahren zuerst in Russland zur Ausführung brachte.

Später unterwarf auch die Commission des Vereins für Rüben-

zuckerindustrie im Zollvereine mein Verfahren einer Prüfung, und sprach darüber in der Vereinsschrift, Bd. XIV, S. 257 ff. aus, dass durch dasselbe an Saft von ursprünglicher Dichte mehr gewonnen sei:

1) als mit gewöhnlichen Pressen	10	Proc.
2) als bei Anwendung von 50 bis 60 Proc. Wasser auf die Reibe und einmaliger Pressung	7,8	„
3) als mit Nachpressen nach dem System von Köhne-Bökelmann etc.	5,36	„
4) als mit der Schlickeysen'schen Maischmaschine und Doppelpresse	3,4	„

Auch aus den Centrifugenrückständen wurden mit meinen Apparaten noch 2 bis 3 Proc. Saft erzielt.

Ich habe bereits auf S. 875 nachgewiesen, dass mittelst meines Apparates in Summa bis 92 Proc. Saft gewonnen werden können; wenn nun nach Ausführung des ad 2 gedachten Verfahrens durch meine Methode doch noch 7,8 Proc. Saft mehr erzielt worden sind, so sind also bei jenem Verfahren höchstens 84,4 Proc. an Normalsaft gewonnen worden.

Ich führe dies nur an, um zu beweisen, wie häufig man sich bei der Bezifferung der vermeintlich erzielten Saftmengen täuscht. Man hört oft von einer Saftausbeute von 87 bis 88 Proc. beim gewöhnlichen einfachen Pressen, allein es ist das eine Täuschung; jene Procente sind bloss herausgerechnet, aber nicht in Wirklichkeit gewonnen worden. Auch das System Köhne-Bökelmann kann nicht 88 Proc. Saft liefern, denn 92 Proc. Saft wie oben minus 5,36 Proc. durch meine Apparate erzielt, ergiebt 86,64 Proc. ursprünglicher Saftausbeute. Selbst mit Hülfe der Schlickeysen'schen Maischmaschine können höchstens (92 — 3,4 =) 88,6 Proc. normaler Saft gewonnen werden.

Jeder Praktiker wird zugestehen, dass die von jener Commission durch mein Verfahren gewonnenen Resultate Thatsachen sind, die keiner Täuschung entspringen, und demnach auch einen zuverlässigen Maassstab abgeben zur Beurtheilung jener Systeme, sowie zur Berichtigung aller illusorischen Bestimmungen der Saftausbeute, gleichviel ob diese auf Grund einer Polarisation oder auf sonst welchem Wege der Berechnung festgestellt wurde.

Was die Beschaffenheit des durch mein Verfahren erzielten Saftes betrifft, so berechtigt nichts zu der Annahme, dass er von geringerer Qualität sei, als der nach irgend einem anderen Verfahren erzielte Saft. Ausserdem hat aber auch die Praxis im grössten Maassstabe

durch eine jährliche Verarbeitung von über 6,000,000 Ctr. Rüben nach diesem Verfahren bewiesen, dass die dadurch erzielten Füllmassen und Zucker von nicht geringerer Qualität sind als ohnedem.

Endlich haben noch chemisch analytische Untersuchungen*) des durch meinen Apparat gewonnenen Saftes dargethan, dass solcher von vollkommen gesunder normaler Beschaffenheit ist. Eine Analyse des Dr. Scheibler (Vereinsschrift Bd. XIV, S. 252) ergab:

	Grade nach Brix.	Polarisation.	Nichtzucker.	Verhältniss.
Saft von der Presse	13,16	10,22	2,44	81,46.
Saft von Walkhoff's Apparat	5,30	4,38	0,92	82,64.

Hiernach ist also der Saft aus meinem Apparate sogar noch reiner als der Presssaft, was auch ganz natürlich ist, denn nirgend kommt dabei der Saft mit einem Körper in Berührung, der irgend welche Zersetzungen veranlassen könnte. Zu dem nachtheiligen Einflusse der Presstücher bei dem Pressverfahren kommt noch hinzu, dass dem Safte sich eine nicht unwesentliche Menge Rübenfasern beimengen, welche beim Scheiden mit Kalk der Siedhitze ausgesetzt, verflüssigt werden, während diese beiden Nachtheile bei meinem Verfahren vermieden werden.

In allen denjenigen Ländern, wo die Rübenzuckerfabrikation mit der Landwirthschaft eng verwachsen ist, wo sie als industrieller Zweig nur in zweiter, als landwirthschaftliches Gewerbe hingegen in erster Linie auftritt, finden wir, dass auf den Futterwerth der Rübenrückstände (Pressling, Träber, Schurpe) ein ungemeiner Werth gelegt wird. Wie es scheint, will sich gerade da, und namentlich unter den Besitzern der sogenannten Gesellschaftsfabriken, ein Vorurtheil gegen mein Verfahren geltend machen, in der Weise, dass man sagt, die landwirthschaftlichen Interessen würden bei meinem Verfahren verkürzt, indem dasselbe a) weniger Rückstände liefern und b) diese einen geringeren Futterwerth besässen.

Es möge mir daher erlaubt sein, auf diesen Einwurf näher einzugehen.

Wie wir wissen, hängt die Menge der Rückstände ab von der Menge des aus 100 Theilen Rübe gewonnenen Saftes, und zwar sind

*) Von den sogenannten Untersuchungen eines Heideprim rede ich nicht, da sie höchstens dazu dienen könnten, nachzuweisen, wie oft die Chemie zur Charlatanerie benutzt wird.

dieselben bei den oben betrachteten Saftgewinnungsmethoden folgende:

	Saftausbeute.	Träber v. gleichem Wassergehalte.
a) Bei dem gewöhnlichen Pressverfahren	80 Proc.	20 Proc.
b) bei einfachen Pressen mit 50 bis 60 Proc. Wasserzulauf	84 „	16 „
c) bei Doppelpressen nach Kühne-Bökelmann	87 „	13 „
d) bei dem Schlickeysen'schen Verfahren	88,5 „	11,5 „
e) bei dem Walkhoff'schen Verfahren.	92 „	8 „

Nach dieser Zusammenstellung lässt sich allerdings nicht leugnen, dass bei meinem Verfahren die wenigsten Rückstände von gleichem Wassergehalte resultiren. Hätten nun die Rückstände einen höheren Werth als der Saft, dann müsste allerdings dasjenige Verfahren das vortheilhafteste sein, welches die meisten Pressrückstände lieferte. Warum ist aber alsdann die Rübenzuckerfabrikation nicht bei ihrem alten Presssystem stehen geblieben, wo mit Mühe und Noth eine durchschnittliche Saftausbeute von 80 Proc. erzielt wurde?

So lange die Rübenzuckerfabrikation existirt, hat man stets der Gewinnung des Saftes die vorzüglichste Aufmerksamkeit zugewendet, weil man sich sagen musste, dass die Menge des gewinnbaren Zuckers in directem Verhältniss zu der gewonnenen Saftmenge stehe. Zur Zeit, als die Fabrikation noch auf den ersten Stufen der Entwickelung stand, war zur Darstellung eines Centners Zuckers eine viel grössere Menge Saft erforderlich als heutigen Tages, der relative Werth des Saftes ist demnach auch mehr und mehr gestiegen, und zwar in demselben Verhältniss, als die Ausbeute von Zucker aus dem Safte sich gesteigert hat. Dass diese Steigerung seit den letzten zwei Decennien eine sehr wesentliche gewesen, kann Niemand leugnen, und da, wie oben bewiesen, der relative Werth des Saftes genau derselben Steigerung unterlegen hat, so kann der Ausfall an Futterrückständen, den die besseren Saftgewinnungsverfahren herbeigeführt haben, den Mehrgewinn an Saft unmöglich paralysiren.

Wer dies dennoch bestreitet, der muss den Werth des abfallenden Futters wirklich höher beziffern als den des Saftes; wäre dies aber wirklich der Fall, dass der Pressling einen höheren Werth besitzt als der Rübensaft, dann würde auch die Verarbeitung der Zucker-

rübe in erster Linie nicht mehr des Zuckers wegen, sondern des Pressfutters wegen geschehen, was eine Anomalie ohne Gleichen wäre.

Wie wir oben gesehen haben, bleiben bei dem alten Pressverfahren circa. 20 Proc. Pressling, bei meinem Verfahren hingegen nur circa 8 Proc. Hiernach würde eine Fabrik, die nach meinem Verfahren 100,000 Ctr. Rüben verarbeitet, im Vergleich zu dem gewöhnlichen Pressverfahren circa 12,000 Ctr. weniger an Pressrückständen, dagegen 12,000 Ctr. Saft mehr gewinnen. Rechnen wir nun den Centner Pressrückstände zu 10 Sgr., welchen Preis der Landwirth gewiss nur ausnahmsweise für besondere Zwecke anlegen würde, wenn er nämlich den Pressling wirklich für baares Geld kaufen sollte, so würde der Ausfall von 12,000 Ctr. Pressling 4000 Thlr. betragen, der Mehrgewinn von 12,000 Ctr. Saft aber würde betragen, wenn die Zuckerausbeute nach den heutigen Verhältnissen zu 9 bis 10 Proc. angenommen wird, 1140 Ctr. verkäuflichen Zucker, excl. Syrup, diesen wiederum im Durchschnitt das Jahr zu 10 Thlr. gerechnet, resultiren 11,400 Thlr.

Es wird sich nach diesen Betrachtungen Jeder selbst ein Urtheil bilden können, ob und bis zu welcher Grenze das Streben, durch eine möglichst vollkommene Saftgewinnung mehr Zucker zu gewinnen, gerechtfertigt ist. Was den anderweiten Vorwurf betrifft, dass die Rückstände einen weit geringeren Futterwerth besässen, als die von anderen Saftgewinnungsmethoden, so ist mir noch nie vorgekommen, dass Fabriken oder Landwirthschaften einen solchen geringeren Futterwerth bereits constatirt hätten. Im Gegentheile hat die Erfahrung bewiesen, dass sich die Rückstände zum Viehfutter ganz gut eignen. Bei Cöln am Rhein und in Polen nehmen selbst die Rübenbauer dieses Futter an Stelle von Zahlung für die Rübe. Es hält sich in Miethen ganz gut und bietet dadurch keine unüberwindlichen Schwierigkeiten. Bis jetzt beruht also die Behauptung, dass die Rückstände bei meinem Verfahren einen geringeren Futterwerth haben, nur auf theoretischen Annahmen, und ich bedaure, dass mir eine ausführliche Darlegung derselben nicht bekannt geworden. Wie es scheint, reducirt sich das ganze Vorurtheil auf die bekannte allgemeine Annahme des Landwirths: Je zuckerärmer die Rückstände werden, um so weniger taugen sie zur Fütterung.

Man wird sich wohl erinnern, dass man in den frühesten Perioden der Rübenzuckerfabrikation auf die Rückstände bei uns in Deutschland keinen oder nur einen sehr geringen Werth legte. Als man aber bei weiterer Entwickelung der Fabrikation diesen Werth kennen

lernte, verbreitete sich die Ansicht, die nährende Kraft der Rückstände beruhe ausschliesslich oder hauptsächlich in dem zurückgebliebenen Zucker. Diese Ansicht wurde von den meisten Landwirthen sehr lebhaft discutirt und mit zäher Beharrlichkeit festgehalten, als man von den bekannten Spindelpressen zu den hydraulischen Pressen überging. In gleicher Weise wiederholte sich eine ziemlich heftige Polemik, als man das Pressverfahren wesentlich vervollkommnete, namentlich aber, als das Schützenbach'sche Macerationsverfahren sich Eingang zu verschaffen suchte.

Sollte sich nun Jemand der Ansicht zuneigen, dass der Zuckergehalt der Rückstände nach meinem Verfahren nicht ausreichend wäre, die Rückstände in eine kräftige Gährung zu versetzen, so mache ich den Vorschlag, denselben etwas Melasse zuzusetzen. Erwägt man, dass in der Melasse nicht nur Zucker, sondern auch verschiedene Salze, und selbst Proteïnsubstanzen enthalten sind, welche ebenfalls für den thierischen Organismus von grossem Nahrungswerthe sind, so möchte man beinahe behaupten, dass ein Zusatz von Melasse bei nur geringen Kosten den Futterwerth der Rückstände noch erhöhen könnte. Jedenfalls dürfte mein Vorschlag eines Versuches wohl werth sein, denn weil dadurch den Rückständen die meisten Bestandtheile der Rübe wieder zugeführt werden, so muss das Futter gewissermaassen als Extract vieler in der Rübe enthaltenen Nährstoffe angesehen werden. Die Verwerthung der Melasse zur Viehfütterung ist übrigens durchaus nicht neu, namentlich hat man dieselbe, ähnlich wie die Schlempe in den Brennereien, zu verfüttern gesucht. Neu sind mir dagegen und scheinen der höchsten Beachtung werth die Versuche eines intelligenten Zuckerfabrikanten über die Verwendung der Melasse zur Imprägnirung von Futtermitteln, die er gleich den Pressrückständen in Miethen brachte. Versuche dieser Art mit grünem Klee z. B. sollen ausgezeichneten Erfolg gehabt haben, der Klee sei noch nach Jahr und Tag dem frischen fast ganz gleich gewesen und das Vieh hätte ihn mit grosser Begierde gefressen etc.

Ich darf nun wohl hoffen, dass nach dieser Besprechung des Futterwerththemas eine bloss vorgefasste Meinung einer mehr ernsten Prüfung dieses wichtigen Gegenstandes weichen werde.

Wer mit Aufmerksamkeit diese Abhandlung liest, der wird wohl die Ueberzeugung gewinnen, dass ich dieselbe keineswegs in der Absicht geschrieben habe, um für mein Verfahren Propaganda zu machen. Jede Erfindung, die von praktischem Vortheile ist, bricht sich von

selbst Bahn, ist sie das nicht, dann sind alle Lobeserhebungen vergeblich. Man möge es mir daher nicht als Eigenliebe anrechnen, wenn ich bei dem Hinweis auf die Vortheile meines Verfahrens und die gegen dasselbe gehegten Vorurtheile mich länger verweilt habe, als es Anfangs in meiner Absicht gelegen.

Einige weitere Verbesserungen der Apparate zu diesem Verfahren.

Trotz der Zahl und Mannigfaltigkeit der Maschinen und Apparate, welche seit der ersten Periode der Rübenzuckerfabrikation in Anwendung gekommen, und die zu einem rationellen Betriebe auch heute noch erforderlich sind, ist die bewirkte Ersparniss an Menschenhänden kaum nennenswerth, während dagegen andere Industriezweige ganz andere Resultate in dieser Beziehung aufzuweisen haben. So werden z. B. die Lumpen fast ganz ohne Handarbeit in Papier verwandelt; wir sehen Maschinen spinnen und weben mit einer Fertigkeit und Genauigkeit, die die Geschicklichkeit des Menschen übertrifft. Rechnen wir daher, welche Masse von Menschenhänden erspart werden bei der Verwandlung der Wolle in Tuche, bei der Verwandlung der Baumwolle in verschiedenartige Zeuge etc., so müssen wir eben bekennen, dass die Rübenzuckerindustrie nach dieser Richtung hin noch sehr wenig geleistet hat. Betrachten wir nur unsere rohe Pressarbeit mit einer Legion Menschen, die sich abmühen mit Breipacken, Bleche zu reichen, Einsetzen und wieder Herausnehmen, Tücher ausschlagen u. s. w., so müssen wir uns sagen, dass namentlich noch auf dem Gebiete der Saftgewinnung eine Ersparniss an Menschenhänden anzustreben ist. Es ist das ein Problem, welches früher oder später sicher gelöst werden wird, und ich glaube wohl nicht mit Unrecht, dass die Erfolge meines Verfahrens wesentlich dazu beitragen, die Wege ausfindig zu machen, auf denen jene Aufgabe ihre Lösung finden wird. Bis jetzt hat man sich diese Aufgabe jedenfalls zu schwer gemacht, denn indem man auf mechanischem Wege mindestens 82 bis 84 Proc. Saft erzielen wollte, war für den ersten Anlauf das gesteckte Ziel zu

lernte, verbreitete sich die Ansicht, die nährende Kraft der Rückstände beruhe ausschliesslich oder hauptsächlich in dem zurückgebliebenen Zucker. Diese Ansicht wurde von den meisten Landwirthen sehr lebhaft discutirt und mit zäher Beharrlichkeit festgehalten, als man von den bekannten Spindelpressen zu den hydraulischen Pressen überging. In gleicher Weise wiederholte sich eine ziemlich heftige Polemik, als man das Pressverfahren wesentlich vervollkommnete, namentlich aber, als das Schützenbach'sche Macerationsverfahren sich Eingang zu verschaffen suchte.

Sollte sich nun Jemand der Ansicht zuneigen, dass der Zuckergehalt der Rückstände nach meinem Verfahren nicht ausreichend wäre, die Rückstände in eine kräftige Gährung zu versetzen, so mache ich den Vorschlag, denselben etwas Melasse zuzusetzen. Erwägt man, dass in der Melasse nicht nur Zucker, sondern auch verschiedene Salze, und selbst Proteïnsubstanzen enthalten sind, welche ebenfalls für den thierischen Organismus von grossem Nahrungswerthe sind, so möchte man beinahe behaupten, dass ein Zusatz von Melasse bei nur geringen Kosten den Futterwerth der Rückstände noch erhöhen könnte. Jedenfalls dürfte mein Vorschlag eines Versuches wohl werth sein, denn weil dadurch den Rückständen die meisten Bestandtheile der Rübe wieder zugeführt werden, so muss das Futter gewissermaassen als Extract vieler in der Rübe enthaltenen Nährstoffe angesehen werden. Die Verwerthung der Melasse zur Viehfütterung ist übrigens durchaus nicht neu, namentlich hat man dieselbe, ähnlich wie die Schlempe in den Brennereien, zu verfüttern gesucht. Neu sind mir dagegen und scheinen der höchsten Beachtung werth die Versuche eines intelligenten Zuckerfabrikanten über die Verwendung der Melasse zur Imprägnirung von Futtermitteln, die er gleich den Pressrückständen in Miethen brachte. Versuche dieser Art mit grünem Klee z. B. sollen ausgezeichneten Erfolg gehabt haben, der Klee sei noch nach Jahr und Tag dem frischen fast ganz gleich gewesen und das Vieh hätte ihn mit grosser Begierde gefressen etc.

Ich darf nun wohl hoffen, dass nach dieser Besprechung des Futterwerththemas eine bloss vorgefasste Meinung einer mehr ernsten Prüfung dieses wichtigen Gegenstandes weichen werde.

Wer mit Aufmerksamkeit diese Abhandlung liest, der wird wohl die Ueberzeugung gewinnen, dass ich dieselbe keineswegs in der Absicht geschrieben habe, um für mein Verfahren Propaganda zu machen. Jede Erfindung, die von praktischem Vortheile ist, bricht sich von

selbst Bahn, ist sie das nicht, dann sind alle Lobeserhebungen vergeblich. Man möge es mir daher nicht als Eigenliebe anrechnen, wenn ich bei dem Hinweis auf die Vortheile meines Verfahrens und die gegen dasselbe gehegten Vorurtheile mich länger verweilt habe, als es Anfangs in meiner Absicht gelegen.

Einige weitere Verbesserungen der Apparate zu diesem Verfahren.

Trotz der Zahl und Mannigfaltigkeit der Maschinen und Apparate, welche seit der ersten Periode der Rübenzuckerfabrikation in Anwendung gekommen, und die zu einem rationellen Betriebe auch heute noch erforderlich sind, ist die bewirkte Ersparniss an Menschenhänden kaum nennenswerth, während dagegen andere Industriezweige ganz andere Resultate in dieser Beziehung aufzuweisen haben. So werden z. B. die Lumpen fast ganz ohne Handarbeit in Papier verwandelt; wir sehen Maschinen spinnen und weben mit einer Fertigkeit und Genauigkeit, die die Geschicklichkeit des Menschen übertrifft. Rechnen wir daher, welche Masse von Menschenhänden erspart werden bei der Verwandlung der Wolle in Tuche, bei der Verwandlung der Baumwolle in verschiedenartige Zeuge etc., so müssen wir eben bekennen, dass die Rübenzuckerindustrie nach dieser Richtung hin noch sehr wenig geleistet hat. Betrachten wir nur unsere rohe Pressarbeit mit einer Legion Menschen, die sich abmühen mit Breipacken, Bleche zu reichen, Einsetzen und wieder Herausnehmen, Tücher ausschlagen u. s. w., so müssen wir uns sagen, dass namentlich noch auf dem Gebiete der Saftgewinnung eine Ersparniss an Menschenhänden anzustreben ist. Es ist das ein Problem, welches früher oder später sicher gelöst werden wird, und ich glaube wohl nicht mit Unrecht, dass die Erfolge meines Verfahrens wesentlich dazu beitragen, die Wege ausfindig zu machen, auf denen jene Aufgabe ihre Lösung finden wird. Bis jetzt hat man sich diese Aufgabe jedenfalls zu schwer gemacht, denn indem man auf mechanischem Wege mindestens 82 bis 84 Proc. Saft erzielen wollte, war für den ersten Anlauf das gesteckte Ziel zu

hoch, und deshalb haben wir auch z. B. die Walzenpressen von **Sigl**, **Sieber**, **Robert** etc. scheitern sehen.

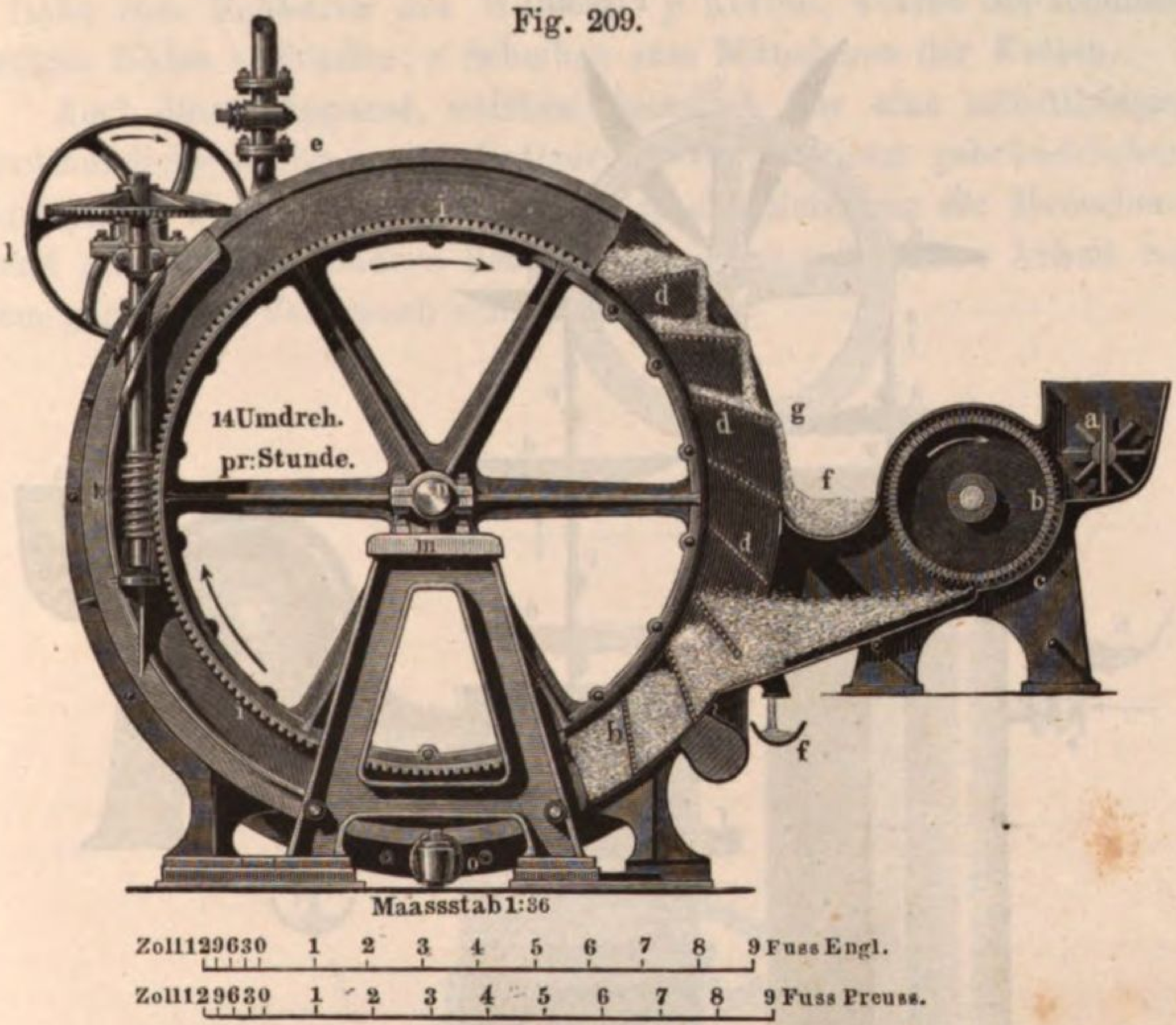
Heute steht die Sache schon anders. Nachdem ich praktisch bewiesen habe, dass der ganze Zuckergehalt der Rübe bis auf ein Minimum durch einen einfachen Apparat gewonnen werden kann, und die einzige Vorbedingung dazu nur darin besteht, dass von dem in der Rübe enthaltenen Safte 75 bis 80 Proc. vorweg gewonnen sein müssen; nachdem ich ferner (auf S. 215 und 216) die Wirkungen der hydraulischen Presse in den verschiedenen Stadien des Druckes nachgewiesen habe, ist jedenfalls dem Erfindungsgeiste die Aufgabe, eine mechanische Saftgewinnungsmethode ins Leben zu rufen, welche Menschenhände fast entbehrlich macht, erleichtert worden. So weit es meine schwachen Kräfte gestatten, werde ich zur Erreichung dieses Zieles mit Hand ans Werk legen. Meine nächste Aufgabe habe ich jedoch darin erblickt, mein eigenes Verfahren zu vereinfachen und nach dieser Richtung hin zu vervollkommnen, und ich glaube, dass mir dieses bereits gelungen. Ich lasse hier eine Beschreibung der neuesten, von mir construirten Apparate folgen.

Die Rückstände der Presse oder irgend welchen anderen Apparates, der dem Rübenbrei 75 Proc. Saft oder mehr entzogen hat, werden bei *a*, Fig. 209, eingeworfen, wo sie durch eine grössere Anzahl von Messern zerkleinert und in verschiedene kleine Portionen, also gleichmässig und continuirlich, nach dem grösseren Cylinder *b* gedrängt werden, der sie mittelst vieler angebrachter Widerstände *c* vollständig fein zerzupft und durch seine Geschwindigkeit auch gleich direct der Saftgewinnungsmaschine zuführt. Diese Maschine, die ich mit dem Namen Rotationsfilter bezeichne, gleicht in Folge der durchlöcherten Schaufeln *d* einem Wasserrade. Dasselbe befindet sich in langsamer Umdrehung und führt die zerzupfte Fasermasse in den durch die Schaufeln gebildeten Fächern dem bei *e* einströmenden Wasser entgegen. Die ihres Saftes beraubten Rückstände entleeren sich bei *g* von selbst und fallen in die Rinne *h*, von wo sie direct mittelst einer Schnecke auf einem Drahtgeflechte aus der Fabrik in einem Zustande befördert werden, der zur Verfütterung ganz geeignet ist.

Der ganze Rotationsapparat ruht mit seiner Achse *n* auf dem Stativ *m*, und wird mittelst des Zahnkranzes *i i* bewegt, den die Schraube ohne Ende *k* und das Getriebe *l* treiben. Der Hahn *o* dient zum gänzlichen Ablassen der Flüssigkeit aus dem Apparate. Das Wasser fliesst bei *e* in beliebiger Menge ein, durchdringt ein Fach

nach dem anderen, bis es bei *f* als concentrirter Saft ausströmt. Da man die Bewegung des Rades und den Zufluss des Wassers ganz in

Fig. 209.



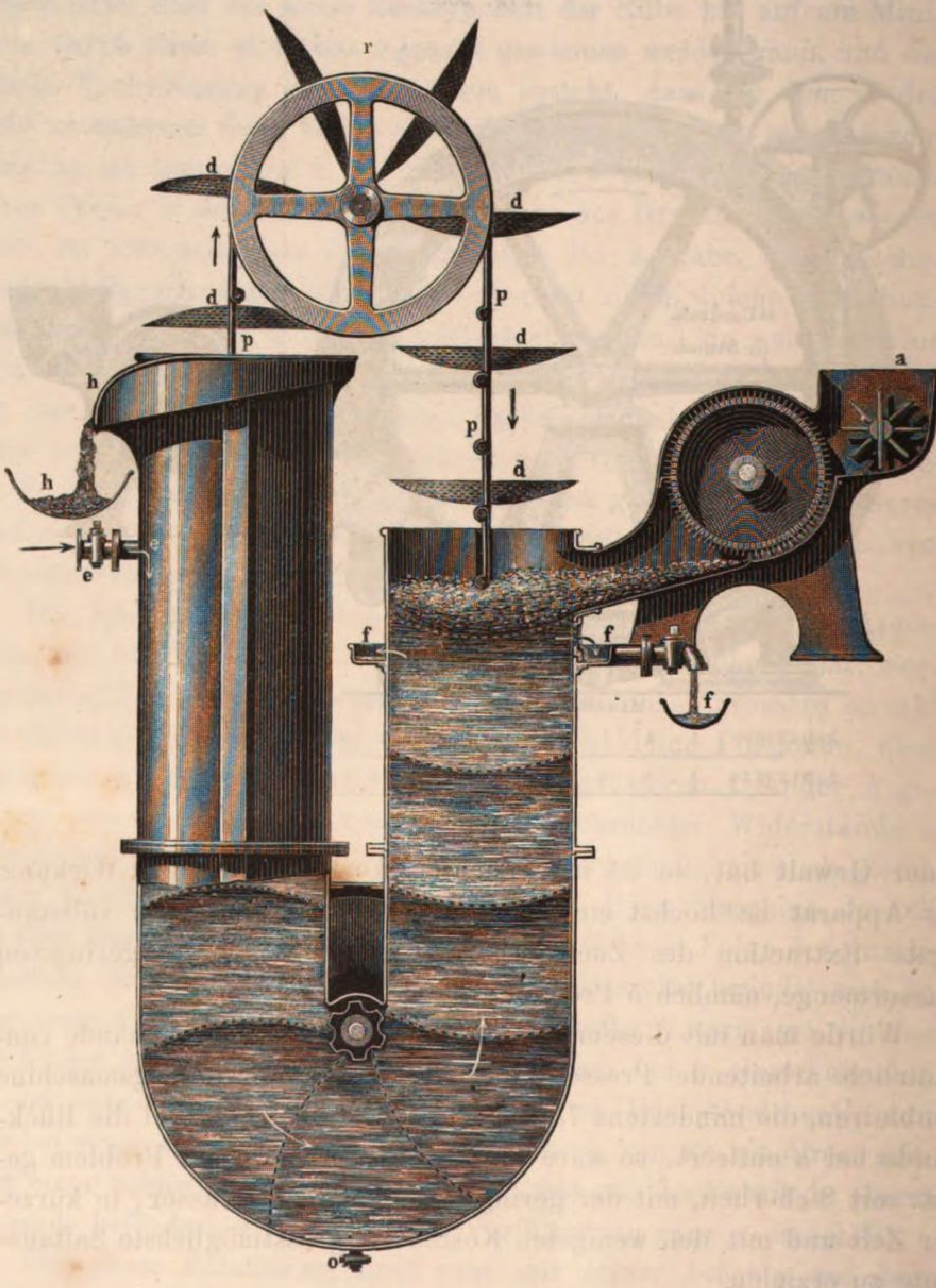
seiner Gewalt hat, so ist man auch vollkommen Herr der Wirkung. Der Apparat ist höchst einfach und bewirkt ebenfalls die vollständigste Extraction des Zuckers unter Anwendung der geringsten Wassermenge, nämlich 5 Proc. pro 100 Rübe.

Würde man mit diesem Apparate eine ohne Menschenhände continuirlich arbeitende Presse oder ähnliche Saftgewinnungsmaschine combiniren, die mindestens 75 Proc. Saft vorwegnimmt und die Rückstände bei *a* entleert, so wäre nach meiner Ansicht das Problem gelöst: mit Sicherheit, mit der geringsten Menge von Wasser, in kürzester Zeit und mit den wenigsten Kosten die grösstmöglichste Saftausbeute zu erzielen.

Noch einen anderen continuirlich wirkenden Apparat habe ich für mein Saftgewinnungssystem construirt, Fig. 210 (a. f. S.), der gleich dem vorher beschriebenen in Russland patentirt ist. Die Zerkleinerungsvorrichtung ist dieselbe, dagegen besteht die Saftextractions-

maschine in einer Art von Paternosterwerk. Die durchlöcherten Schalen *d d* der Maschine bewegen sich in dem einen Schenkel des Appa-

Fig. 210.



rates nach unten so, dass das Wasser dieselben durchdringt, den Saft aber immer vor sich her drängt, der dann bei *f* abfliesst. Die von

den Schaufeln *d d* herumgeführten Rückstände fallen bei *h* heraus; Wasser strömt bei *e* ein und der zu entzuckernden Masse entgegen. *o* Hahn zum Entleeren des Wassers. *p* Ketten, welche die schalenartigen Böden verbinden; *r* Scheiben zum Mitnehmen der Ketten.

Auch dieser Apparat, welcher eigentlich nur eine selbstthätige, continuirliche Füllung und Entleerung zu den jetzt gebräuchlichen Apparaten, Figg. 203 und 204, fügt, macht nicht nur die Menschenhand entbehrlich, sondern bewirkt auch eine geregeltere Arbeit bei dem geringsten Verbrauch von Wasser.

Bayerische Staatsbibliothek München

Tabellen.

Vergleichung der Grade verschiedener Thermometer.

Um den Grad der Erwärmung eines Körpers zu bestimmen, bedient man sich in der Zuckerfabrikation allgemein der Quecksilberthermometer, von denen drei verschieden getheilte Arten in den verschiedenen Ländern in Gebrauch sind, nämlich das Réaumur'sche in Deutschland, das Celsius'sche in Frankreich und das Fahrenheit'sche in England. Réaumur und Celsius bezeichneten den Schmelzpunkt des Eises mit 0°, und den Siedepunkt des Wassers mit 80, resp. 100°, während Fahrenheit seinen Nullpunkt tiefer setzte, so dass der Schmelzpunkt des Eises bei + 32° und der Siedepunkt des Wassers bei + 212° liegt. Die Grösse der Theilung beträgt also: 8° R. = 10° C. = 18° F.

[Stempel] München

Da aber der Fahrenheit'sche Nullpunkt tiefer liegt, als der der anderen beiden Theilungen, so muss man vor der Verwandlung der Fahrenheit'schen Grade in Celsius'sche oder Réaumur'sche 32° abziehen, und nach Verwandlung von letzteren Beiden in Fahrenheit'sche 32° hinzuaddiren, um das richtige Resultat zu erhalten.

$$x^0\,\mathrm{R} = \frac{5}{4}x^0\,\mathrm{C} = \left(\frac{9}{4}x + 32\right)^0\mathrm{F}$$

$$x^0\,\mathrm{C} = \frac{4}{5}x^0\,\mathrm{R} = \left(\frac{9}{5}x + 32\right)^0\mathrm{F}$$

$$x^0\,\mathrm{F} = \frac{4}{9}(x - 32)^0\,\mathrm{R} = \frac{5}{9}(x - 32)^0\,\mathrm{C}$$

Sind die Grade nach Réaumur oder Celsius dagegen unter 0, also negativ, so muss man die bei der Multiplication mit $\frac{9}{4}$ resp. $\frac{9}{5}$ erhaltene Zahl von 32° abziehen, oder wenn diese Zahl grösser als 32° ist, die Zahl 32 von derselben abziehen, und die im letzten Falle übrig bleibenden Grade als negative Grade Fahrenheit anführen.

Sind weniger als 32° Fahrenheit in Celsius'sche oder Réaumur'sche umzuwandeln, so subtrahirt man die betreffenden Grade von 32, multiplicirt den Rest mit $\frac{5}{9}$ resp. $\frac{4}{9}$ und bringt das Product als negative Grade Celsius, resp. Réaumur in Angabe.

Sind negative Grade Fahrenheit angegeben, so addirt man 32° hinzu, multiplicirt die Summe mit $\frac{4}{9}$ resp. $\frac{5}{9}$ und erhält so die Temperatur (also negativ) nach Réaumur oder Celsius.

Zur Erleichterung diene folgende Vergleichstabelle:

C.	R.	F.	C.	R.	F.	C.	R.	F.
— 40°	— 32°	— 40°	+ 95°	+ 76°	+ 203°	+ 230°	+ 184°	+ 446°
— 35	— 28	— 31	100	80	212	235	188	455
— 30	— 24	— 22	105	84	221	240	192	464
— 25	— 20	— 13	110	88	230	245	196	473
— 20	— 16	— 4	115	92	239	250	200	482
— 15	— 12	+ 5	120	96	248	255	204	491
— 10	— 8	14	125	100	257	260	208	500
— 5	— 4	23	130	104	266	265	212	509
0	0	32	135	108	275	270	216	518
+ 5	+ 4	41	140	112	284	275	220	527
10	8	50	145	116	293	280	224	536
15	12	59	150	120	302	285	228	545
20	16	68	155	124	311	290	232	554
25	20	77	160	128	320	295	236	563
30	24	86	165	132	329	300	240	572
35	28	95	170	136	338	305	244	581
40	32	104	175	140	347	310	248	590
45	36	113	180	144	356	315	252	599
50	40	122	185	148	365	320	256	608
55	44	131	190	152	374	325	260	617
60	48	140	195	156	383	330	264	626
65	52	149	200	160	392	335	268	635
70	56	158	205	164	401	340	272	644
75	60	167	210	168	410	345	276	653
80	64	176	215	172	419	350	280	662
85	68	185	220	176	428	355	284	671
90	72	194	225	180	437	360	288	680

Vergleichungstabelle von Maass, Gewicht und Geld verschiedener Länder.

Preussen	Oesterreich	Russland	Frankreich	England
1 Fuss = 12 Zoll	0,9929 Fuss	1,0297′=7,0596 Werschok	0,3138 Meter	1,0297 Fuss
1 Quadratfuss = 144 Quadratzoll	0,9858 Quadratfuss . . .	1,0603 russ. Quadratfuss	0,0985 Quadratmeter . .	1,0603 Quadratfuss
1 Cubikfuss = 1728 Cubikzoll	0,9787 Cubikfuss	1,0918 Cubikfuss . . .	0,0309 Cubikmeter . . .	1,0918 Cubikfuss
1 Ruthe = 12 Fuss . . .	1,9857 Klafter à 6 Fuss	1,7652 Faden (Sachsen)	0,3766 Decameter . . .	0,7489 Ruthe (à $16\frac{1}{2}$ Fuss)
1 Quadratruthe = 144 Quadratfuss	3,4931 Quadratklafter .	3,1161 Quadratfaden . .	0,1418 Quadratdecamtr.	0,5608 Quadratruthen
1 Morgen = 180 Quadratruthen	0,4436 Joch	0,2337 Dessätine	0,2553 Hectare	0,6309 Acre
1 Scheffel à 16 Metzen = 3072 Cubikzoll . . .	0,8936 Metzen	2,0963 Tschetwerik . .	54,96 Liter	1,5121 Bushel
1 Quart = 64 Cubikzoll .	0,8091 Maass	0,9309 Stoof	1,1450 Liter	0,2520 Gallon
1 Eimer = 2 Anker à 30 Quart	1,2137 Eimer	5,592 Wedro	68,70 Liter	15,120 Gallonen
1 Centner (neu à 100 Pfd.)	89,28 Wiener Pfund . .	3,052 Pud	50,00 Kilogramm . . .	110,23 Pfd. avoir du pois
1 Pfund neu*) à 30 Loth à 4 Quent	0,8928 Wiener Pfund .	1,2209 Pfund = 117,21 Solotnik	500 Gramm	1,1028 avoir du pois
1 Thaler = 30 Sgr. . . .	1 Gulden 50 Neukreuzer	92,6 Kopeken	3 Francs 60 Centimes .	3 Shilling

*) 1 neues Pfund = 1,0690 altes Pfund.

Reiner Zucker gelöst in destillirtem Wasser bei 62° F. = 13,159° R.

Grade nach Baumé.	Balling's Procentmesser.	Absolutes Gewicht 1 Gallone.	Zucker (in 1 Gallone enthalten.)	Wasser (in 1 Gallone enthalten.)	Zucker (in 1 Pfund enthalten.)	Wasser (in 1 Pfund enthalten.)	1 Pfd. Zuckerlösung ist durch Verdampfung eingedickt zu	Wasser, welches bei jedem Grad der Verdampfung verloren geht.
A.	B.	C.	D.	E.	F.	G.	H.	J.
		Pfd.	Pfd.	Pfd.	Pfd.	Pfd.	Pfd.	Pfd.
1	1,72	10,07	0,185	9,885	0,0184	0,9816	1,0000	0,0000
2	3,50	10,14	0,373	9,767	0,0367	0,9633	0,5000	0,5000
3	5,30	10,21	0,564	9,646	0,0551	0,9449	0,3334	0,6666
4	7,09	10,28	0,744	9,536	0,0785	0,9225	0,2500	0,7500
5	8,90	10,36	0,953	9,407	0,0918	0,9082	0,1999	0,8001
6	10,71	10,43	1,154	9,286	0,1102	0,8898	0,1667	0,8333
7	12,53	10,51	1,353	9,157	0,1286	0,8714	0,1428	0,8572
8	14,36	10,59	1,548	9,042	0,1470	0,8530	0,1249	0,8751
9	16,20	10,67	1,764	8,906	0,1653	0,8347	0,1111	0,8889
10	18,04	10,75	1,974	8,776	0,1837	0,8163	0,1000	0,9000
11	19,88	10,83	2,185	8,695	0,2021	0,7973	0,0909	0,9091
12	21,71	10,91	2,405	8,505	0,2204	0,7796	0,0833	0,9167
13	23,54	10,99	2,620	8,370	0,2388	0,7612	0,0769	0,9231
14	25,38	11,07	2,845	8,225	0,2572	0,7428	0,0719	0,9281
15	27,22	11,16	3,070	8,090	0,2756	0,7244	0,0667	0,9333
16	29,06	11,25	3,307	7,943	0,2939	0,7061	0,0625	0,9375
17	30,90	11,34	3,542	7,798	0,3123	0,6877	0,0588	0,9412
18	32,75	11,43	3,775	7,655	0,3303	0,6697	0,0556	0,9444
19	34,60	11,52	4,021	7,499	0,3490	0,6510	0,0526	0,9474
20	36,44	11,61	4,266	7,344	0,3674	0,6326	0,0500	0,9500
21	38,29	11,70	4,516	7,184	0,3858	0,6142	0,0476	0,9524
22	40,15	11,80	4,770	7,030	0,4041	0,5959	0,0455	0,9545
23	42,02	11,90	5,028	6,872	0,4225	0,5775	0,0435	0,9565
24	43,90	12,00	5,286	6,714	0,4409	0,5591	0,0417	0,9583
25	45,79	12,10	5,557	6,543	0,4592	0,5408	0,0400	0,9600
26	47,69	12,20	5,830	6,370	0,4776	0,5224	0,0385	0,9615
27	49,59	12,30	6,130	6,170	0,4980	0,5020	0,0369	0,9631
28	51,50	12,41	6,380	6,030	0,5144	0,4856	0,0357	0,9643
29	53,42	12,52	6,670	5,850	0,5327	0,4673	0,0345	0,9655
30	55,36	12,63	6,959	5,671	0,5511	0,4489	0,0333	0,9667
31	57,31	12,74	7,251	5,489	0,5695	0,4305	0,0323	0,9677
32	59,27	12,86	7,557	5,303	0,5878	0,4122	0,0312	0,9688
33	61,23	12,97	7,862	5,108	0,6062	0,3938	0,0303	0,9697
34	63,21	13,09	8,176	4,914	0,6246	0,3754	0,0294	0,9706
35	65,20	13,21	8,492	4,718	0,6430	0,3570	0,0286	0,9714
36	67,20	13,33	8,824	4,506	0,6613	0,3387	0,0278	0,9722
37	69,21	13,46	9,149	4,311	0,6797	0,3203	0,0270	0,9730
38	71,24	13,58	9,480	4,100	0,6981	0,3019	0,0263	0,9737
39	73,29	13,71	9,820	3,890	0,7164	0,2836	0,0255	0,9745
40	75,36	13,85	10,174	3,676	0,7348	0,2652	0,0250	0,9750
41	77,43	13,98	10,529	3,451	0,7532	0,2468	0,0244	0,9756
42	79,50	14,12	10,894	3,226	0,7715	0,2285	0,0238	0,9762
43	81,58	14,26	11,264	2,996	0,7899	0,2101	0,0233	0,9767
44	83,67	14,40	11,639	2,761	0,8083	0,1917	0,0227	0,9773
45	85,76	14,54	12,019	2,521	0,8266	0,1734	0,0222	0,9778
46	87,86	14,70	12,422	2,278	0,8450	0,1550	0,0217	0,9783
47	89,96	14,85	12,821	2,029	0,8634	0,1366	0,0213	0,9787
48	92,07	15,01	13,235	1,775	0,8818	0,1182	0,0208	0,9792
49	94,18	15,16	13,646	1,514	0,9001	0,0999	0,0204	0,9796
50	96,30	15,32	14,071	1,249	0,9185	0,0815	0,0200	0,9800

Tabelle

über das Gewicht von 1000 Liter Zuckerlösung bei den verschiedenen Graden von Baumé's Aräometer und die Menge reinen Zuckers darin:

Tabelle

über die Verminderung des Gewichtes einer Zuckerlösung, die sie durch Verdampfung bei verschiedenen Graden Baumé erleidet, wie der Verlust an Wasser dabei:

Grade nach Baumé.	1000 Liter			1000 Kilo		1000 reduciren sich zu:	der correspondirende Wasserverlust
	wiegen	enthalten		enthalten			
		Zucker	Wasser	Zucker	Wasser		
1	1007	18,59	988,50	18,37	981,63	499,98	500,02
2	1014	37,25	976,75	36,74	963,26	333,40	666,60
3	1022	56,32	965,68	55,11	944,89	250,00	750,00
4	1029	75,61	953,39	73,48	926,52	199,89	811,11
5	1036	95,16	940,84	91,85	908,15	166,66	833,34
6	1044	115,07	928,93	110,22	889,78	142,84	857,15
7	1052	135,28	916,72	128,59	871,41	124,89	875,11
8	1060	155,78	904,22	146,96	853,04	100,00	900,00
9	1067	176,41	890,59	165,33	834,67	90,90	909,10
10	1075	197,48	877,52	183,70	816,30	83,33	916,67
11	1091	240,50	850,50	220,44	777,56	76,92	923,08
12	1108	286,95	823,05	257,18	742,82	66,66	933,34
13	1116	307,51	808,49	275,55	724,45	62,50	937,50
14	1125	330,66	794,34	293,92	706,08	55,62	944,38
15	1143	377,49	765,51	380,26	669,74	50,00	950,00
16	1161	426,55	734,45	367,40	632,60	45,45	954,55
17	1181	477,29	703,71	404,14	595,86	43,48	956,52
18	1199	528,62	670,38	440,88	559,12	40,00	960,00
19	1210	555,69	654,31	459,25	540,75	38,51	961,49
20	1221	583,17	637,83	477,62	522,38	36,89	963,11
21	1242	638,84	603,16	514,86	485,64	35,71	964,29
22	1261	694,94	566,06	551,10	448,90	33,33	966,66
23	1286	755,96	530,04	587,84	412,16	32,26	967,74
24	1309	817,57	491,43	624,58	375,42	30,30	969,70
25	1321	849,34	471,66	642,95	355,05	29,41	970,59
26	1334	882,20	451,80	661,32	338,68	28,57	971,43
27	1359	948,66	410,34	698,06	301,94	27,78	972,22
28	1384	1016,96	397,04	734,80	265,20	26,31	973,69
29	1412	1089,41	322,59	771,54	228,46	25,00	975,00
30	1440	1163,92	276,08	808,27	191,72	23,81	976,19
31	1454	1201,95	252,05	826,65	173,85	22,72	977,28
32	1460	1242,18	227,82	845,20	154,98	21,74	978,26
33	1501	1323,52	177,48	881,76	118,24	20,83	979,17
34	1532	1407,14	124,86	918,50	81,50	20,00	980,00

Für nicht ange | Die Ziffern der Columne A repräsentiren dann
die Zahlen der gefunden | n Grammen und Centigrammen.
Die bei der An | halten; die 30 folgenden Linien wurden für die
Analyse der vorzüglichs | es Rohrzucker- und Runkelrübensaftes. Sollten
Flüssigkeiten von noch | in einem bestimmten Verhältnisse mit Wasser
verdünnt und diese Ver

Sum			
10°	11°	12°	13°
1,4	1,4	1,4	1,4
2,8	2,8	2,8	2,7
4,2	4,1	4,1	4,1
5,6	5,5	5,5	5,5
6,9	6,9	6,9	6,9
8,3	8,3	8,3	8,2
9,7	9,7	9,7	9,6
11,1	11,1	11,0	11,0
12,5	12,5	12,4	12,4
13,9	13,8	13,8	13,7
15,3	15,2	15,2	15,1

ratur von					Gehalte gesucht nach dem	
31°	32°	33°	34°	35°	Gewicht A.	Volum B.
						Gramme.
1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1	1,64
2,6	2,6	2,5	2,5	2,5	2	3,29
3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3	4,94
5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	4	6,58
6,4	6,4	6,4	6,3	6,3	5	8,23
7,7	7,7	7,7	7,6	7,6	6	9,98
9,0	9,0	8,9	8,9	8,8	7	11,52
10,3	10,2	10,2	10,2	10,1	8	13,17
11,6	11,5	11,5	11,4	11,4	9	14,82
12,8	12,8	12,7	12,7	12,6	10	16,47
14,1	14,1	14,0	14,0	13,9	11	18,11
15,4	15,3	15,3	15,2	15,2	12	19,76
16,7	16,6	16,6	16,5	16,4	13	21,41

162,6	162,0	161,5	160,9	160,3	159,7	159,0	158,5
164,0	163,4	162,8	162,2	161,7	161,1	160,5	159,9
165,4	164,8	164,2	163,6	163,0	162,4	161,8	161,2
166,8	166,2	165,6	165,0	164,4	163,8	163,2	162,6
168,2	167,6	167,0	166,4	165,8	165,2	164,6	163,9
169,6	169,0	168,4	167,7	167,1	166,5	165,9	165,3
171,0	170,3	169,7	169,1	168,5	167,9	167,3	166,7
172,4	171,7	171,1	170,5	169,9	169,3	168,6	168,0
173,7	173,1	172,5	171,9	171,2	170,6	170,0	169,4
175,1	174,5	173,9	173,2	172,6	172,0	171,4	170,7
176,5	175,9	175,3	174,6	174,0	173,3	172,7	172,1
177,9	177,3	176,6	176,0	175,4	174,7	174,1	173,4
179,3	178,7	178,0	177,4	176,7	176,1	175,4	174,8
180,7	180,0	179,4	178,7	178,1	177,4	176,8	176,1

[illegible]	[illegible]	189,41
,7	116	191,06
,0	117	192,11
,3	118	194,35
,5	119	196,00
,8	120	197,65
,1	121	199,29
,3	122	200,94
,6	123	202,59
,9	124	204,24
,1	125	205,88
,4	126	207,53
,6	127	209,18
,9	128	210,82
,2	129	212,47
,4	130	214,21

…ere gemacht bei der Temperatur von										Gehalte gesucht nach dem	
…0	27⁰	28⁰	29⁰	30⁰	31⁰	32⁰	33⁰	34⁰	35⁰	Gewicht A.	Volum B.
											Gramme.
…,8	83,5	83,2	82,9	82,6	82,2	81,9	81,6	81,3	81,0	64	105,41
…,1	84,8	84,5	84,2	83,8	83,5	83,2	82,9	82,5	82,2	65	107,06
…,5	86,1	85,8	85,5	85,1	84,8	84,5	84,1	83,8	83,5	66	108,70
…,8	87,4	87,1	86,8	86,4	86,1	85,8	85,4	85,1	84,8	67	110,35
…,1	88,7	88,4	88,1	87,7	87,4	87,0	86,7	86,4	86,0	68	112,00
…,4	90,0	89,7	89,3	89,0	88,7	88,3	88,0	87,6	87,3	69	113,64
…,7	91,3	91,0	90,6	90,3	89,9	89,6	89,2	88,9	88,5	70	115,29
…,0	92,6	92,3	91,9	91,6	91,2	90,9	90,5	90,2	89,8	71	116,94
…,3	94,0	93,6	93,2	92,9	92,5	92,2	91,8	91,4	91,1	72	118,59
…,6	95,3	94,9	94,5	94,2	93,8	93,4	93,1	92,7	92,3	73	120,23
…,9	96,6	96,2	95,8	95,5	95,1	94,7	94,3	94,0	93,6	74	121,88
…,2	97,9	97,5	97,1	96,7	96,4	96,0	95,6	95,2	94,9	75	123,53
…,6	99,2	98,8	98,4	98,0	97,7	97,3	96,9	96,5	96,1	76	125,17
…,9	100,5	100,1	99,7	99,3	98,9	98,6	98,2	97,8	97,4	77	126,82
…,2	101,8	101,4	101,0	100,6	100,2	99,8	99,4	99,1	98,7	78	128,47
…,5	103,1	102,7	102,3	101,9	101,5	101,1	100,7	100,3	99,9	79	130,12
…,8	104,4	104,0	103,6	103,2	102,8	102,4	102,0	101,6	101,2	80	131,76
…1	105,7	105,3	104,9	104,6	104,1	103,7	103,2	102,9	102,5	81	133,41
…4	107,0	106,6	106,2	105,9	105,4	105,0	104,5	104,1	103.7	82	135,06
…7	108,3	107,9	107,5	107,2	106,6	106,2	105,8	105,4	105.0	83	136,70
…0	109,6	109,2	108,8	108,5	107,9	107,5	107,1	106,7	106,3	84	138,35
…3	110,9	110,5	110,1	109,7	109,2	108,8	108,4	107,9	107,5	85	140,00
…7	112,2	111,8	111,4	111,0	110,5	110,1	109,6	109,2	108,8	86	141,65
…0	113,5	113,1	112,7	112,3	111,8	111,4	110,9	110,5	110,0	87	143.29
…3	114,8	114,4	114,0	113,6	113,1	112,6	112,2	111,8	111,3	88	144,94
…6	116,1	115,7	115,2	114,9	114,4	113,9	113,5	113,0	112,6	89	146,59
…9	117,4	117,0	116,5	116,1	115,6	115,2	114,7	114,3	113,9	90	148,23
…2	118,7	118,3	117,8	117,5	116,9	116,5	116,0	115,6	115,1	91	149,88
…5	120,1	119,6	119,1	118,8	118,2	117,8	117,3	116,8	116,4	92	151,53
…8	121,4	120,9	120,4	120,1	119,5	119,0	118,6	118,1	117,6	93	153,18
…1	122,7	122,2	121,7	121,3	120,8	120,3	119,8	119,4	118,9	94	154.82
…4	124,0	123,5	123,0	122,6	122,1	121,6	121,1	120,6	120,2	95	156,47
…8	125,3	124,8	124,3	123,9	123,4	122,9	122,4	121,9	121,4	96	158,12
…1	126,6	126,1	125,6	125,2	124,6	124,2	123,7	123,2	122,7	97	159,76
…4	127,9	127,4	126,9	126,4	125,9	125,4	124,9	124,5	124,0	98	161,41
[illegible]	129,2	128,7	128,2	127,7	127,2	126,7	126,2	125,7	125,2	99	163,06
[illegible]	130,5	130,0	129,5	129,0	128,5	128,0	127,5	127,0	126,5	100	164,71
[illegible]	131,8	131,3	130,8	130,3	129,8	129,3	128,8	128,3	127,8	101	166,35
[illegible]	133,1	132,6	132,1	131,6	131,1	130,6	130,0	129.5	129,0	102	168,00
[illegible]	134,4	133,9	133,4	132,9	132,3	131,8	131,3	130,8	130,3	103	169,65
[illegible]	135,7	135,2	134,7	134,2	133,6	133,1	132,6	132,1	131,6	104	171,29
[illegible]	137,0	136,5	136,0	135,4	134,9	134,4	133,9	133,3	132,8	105	172,94
[illegible]	138,3	137,8	137,3	136,7	136,2	135,7	135,1	134,6	134,1	106	174,59
[illegible]	139,6	139,1	138,6	138,0	137,5	137,0	136,4	135,9	135,3	107	176.23
[illegible]	140,9	140,4	139,9	139,3	138,8	138,2	137,7	137,2	136,6	108	177,88
[illegible]	142,2	141,7	141,1	140,6	140,1	139,5	139,0	138,4	137,9	109	179,53
[illegible]	143.5	143,0	142,4	141,9	141,3	140,8	140,2	139,7	139,1	110	181,18
[illegible]	144,8	144,3	143,7	143,2	142,6	142,1	141,5	141,0	140,4	111	182,82
[illegible]	146,2	145,6	145,0	144,5	143,9	143.4	142,8	142,2	141,7	112	184,47
[illegible]	147,5	146,9	146,3	145,8	145,2	144,6	144,1	143,5	142,9	113	186,12
[illegible]	148,8	148,2	147,6	147,1	146,5	145,9	145,3	144,8	144,2	114	187,16
[illegible]	150,1	149,5	148,9	148,3	147,8	147,2	146,6	146,0	[illegible]	[illegible]	[illegible]

Tabelle
zur Reduction der Grade der Brix'schen Spindel auf Baumé'sche Aräometer-Grade.

Gewicht-Procente Zucker.	Grade nach Baumé.	Specifische Gewichte.	Gewicht-Procente Zucker.	Grade nach Baumé.	Specifische Gewichte.
0	0,00	1,0000	51	27,71	1,2383
1	0,56	1,0039	52	28,24	1,2439
2	1,11	1,0078	53	28,75	1,2495
3	1,67	1,0117	54	29,27	1,2552
4	2,23	1,0157	55	29,79	1,2609
5	2,78	1,0197	56	30,31	1,2666
6	3,34	1,0237	57	30,82	1,2724
7	3,89	1,0278	58	31,34	1,2782
8	4,45	1,0319	59	31,85	1,2840
9	5,00	1,0360	60	32,36	1,2899
10	5,56	1,0401	61	32,87	1,2958
11	6,11	1,0443	62	33,38	1,3018
12	6,66	1,0485	63	33,89	1,3078
13	7,22	1,0528	64	34,40	1,3138
14	7,77	1,0570	65	34,90	1,3199
15	8,32	1,0613	66	35,40	1,3260
16	8,87	1,0657	67	35,90	1,3322
17	9,42	1,0700	68	36,41	1,3384
18	9,97	1,0744	69	36,91	1,3446
19	10,52	1,0787	70	37,40	1,3509
20	11,07	1,0833	71	37,90	1,3572
21	11,62	1,0878	72	38,39	1,3636
22	12,17	1,0923	73	38,89	1,3700
23	12,72	1,0969	74	39,38	1,3764
24	13,26	1,1015	75	39,87	1,3829
25	13,81	1,1061	76	40,36	1,3894
26	14,35	1,1107	77	40,84	1,3959
27	14,90	1,1154	78	41,33	1,4025
28	15,44	1,1201	79	41,81	1,4092
29	15,99	1,1249	80	42,29	1,4159
30	16,53	1,1297	81	42,78	1,4226
31	17,07	1,1345	82	43,25	1,4293
32	17,61	1,1393	83	43,73	1,4361
33	18,15	1,1442	84	44,21	1,4430
34	18,69	1,1491	85	44,68	1,4499
35	19,23	1,1541	86	45,15	1,4568
36	19,77	1,1591	87	45,62	1,4638
37	20,30	1,1641	88	46,09	1,4708
38	20,84	1,1692	89	46,56	1,4778
39	21,37	1,1743	90	47,02	1,4849
40	21,91	1,1794	91	47,48	1,4920
41	22,44	1,1846	92	47,95	1,4992
42	22,97	1,1898	93	48,40	1,5064
43	23,50	1,1950	94	48,86	1,5136
44	24,03	1,2003	95	49,32	1,5209
45	24,56	1,2056	96	49,77	1,5281
46	25,09	1,2110	97	50,22	1,5355
47	25,62	1,2164	98	50,67	1,5429
48	26,14	1,2218	99	51,12	1,5504
49	26,67	1,2278	100	51,56	1,5578
50	27,19	1,2328			

Tabelle

zur Reduction der Baumé'schen Aräometer-Grade auf Grade der Brix'schen Spindel.

Grade nach Baumé.	Zuckergehalt in Gewichts-Procenten.	Specif. Gewicht der Lösung.	Grade nach Baumé.	Zuckergehalt in Gewichts-Procenten.	Specif. Gewicht der Lösung.
0	0,00	1,0000	26	47,73	1,2203
0,5	0,90	1,0035	26,5	48,68	1,2255
1	1,80	1,0070	27	49,63	1,2308
1,5	2,69	1,0105	27,5	50,59	1,2361
2	3,59	1,0141	28	51,55	1,2414
2,5	4,49	1,0177	28,5	52,51	1,2468
3	5,39	1,0213	29	53,47	1,2522
3,5	6,29	1,0249	29,5	54,44	1,2576
4	7,19	1,0286	30	55,47	1,2632
4,5	8,09	1,0323	30,5	56,37	1,2687
5	9,00	1,0360	31	57,34	1,2743
5,5	9,90	1,0397	31,5	58,32	1,2800
6	10,80	1,0435	32	59,29	1,2857
6,5	11,70	1,0473	32,5	60,27	1,2915
7	12,61	1,0511	33	61,25	1,2973
7,5	13,51	1,0549	33,5	62,23	1,3032
8	14,42	1,0588	34	63,22	1,3091
8,5	15,32	1,0627	34,5	64,21	1,3151
9	16,23	1,0667	35	65,20	1,3211
9,5	17,14	1,0706	35,5	66,19	1,3272
10	18,05	1,0746	36	67,19	1,3333
10,5	18,96	1,0787	36,5	68,19	1,3395
11	19,87	1,0827	37	69,19	1,3458
11,5	20,78	1,0868	37,5	70,20	1,3521
12	21,69	1,0909	38	71,20	1,3585
12,5	22,60	1,0951	38,5	72,22	1,3649
13	23,52	1,0992	39	73,23	1,3714
13,5	24,43	1,1034	39,5	74,25	1,3780
14	25,35	1,1077	40	75,27	1,3846
14,5	26,27	1,1120	40,5	76,29	1,3913
15	27,19	1,1163	41	77,32	1,3981
15,5	28,10	1,1206	41,5	78,35	1,4049
16	29,03	1,1250	42	79,39	1,4118
16,5	29,95	1,1294	42,5	80,43	1,4187
17	30,87	1,1339	43	81,47	1,4267
17,5	31,79	1,1383	43,5	82,51	1,4328
18	32,72	1,1429	44	83,56	1,4400
18,5	33,65	1,1474	44,5	84,62	1,4472
19	34,58	1,1520	45	85,68	1,4545
19,5	35,50	1,1566	45,5	86,74	1,4619
20	36,44	1,1613	46	87,81	1,4694
20,5	37,37	1,1660	46,5	88,88	1,4769
21	38,30	1,1707	47	89,96	1,4845
21,5	39,24	1,1755	47,5	91,03	1,4922
22	40,17	1,1803	48	92,12	1,5000
22,5	41,11	1,1852	48,5	93,21	1,5079
23	42,05	1,1901	49	94,30	1,5158
23,5	42,99	1,1950	49,5	95,40	1,5238
24	43,94	1,2000	50	96,51	1,5319
24,5	44,88	1,2050	50,5	97,62	1,5401
25	45,83	1,2101	51	98,73	1,5484
25,5	46,78	1,2152	51,5	99,85	1,5568

DRUCKFEHLER.

Seite 100 Zeile 8 von unten einzuschalten „8,34 Proc. Zucker".
„ 190 „ 17 von oben lies „liegen" statt „ligen".
„ 207 „ 3 von oben lies „Hallot" statt „Kallot".
„ 235 „ 7 von oben lies „Pf." (Pfennig) statt „Pfd." (Pfund).
„ 245 „ 9 von unten lies „Ilienkoff" statt „Zlienkoff".
„ 246 „ 11 von unten desgl.
„ 252 „ 17 von oben desgl.
„ 337 „ 12 von oben lies „Fig. 97" statt „Fig. 94".
„ 382 „ 14 von oben lies „16 Proc." statt „10 Proc."
„ 397 „ 21 von oben lies „werden" statt „wurden".
„ 428 „ 10 von oben lies „Wärmeleitung" statt „Wärmeeintheilung".
„ 469 „ 4 von unten schalte hinter „Vorrichtung" ein: „wie sie zuerst auf der Sr. Durchlaucht dem Fürsten Sopuchin zu Corson gehörenden Zuckerfabrik Nabutoff ausgeführt wurde".
„ 481 „ 13 von unten lies „im Nachtrage" statt „im nächsten Capitel"
„ 522 „ 19 von oben lies „22,4 Pfd." statt „224 Pfd."
„ 537 „ 11 von oben schalte hinter „Heizflächen" ein: „nach Rillieux".
„ 617 „ 23 von oben lies „48° R." statt „75° R."
„ 833 in der Tabelle lies:

Phosphorsaures Kali	55,3	13,3	69,3	31,4
	40,6	16,2	56,8	43,2
Salpetersaures Kali	78,5	15	93,5	6,5
	84	15	99	1.

„ 853 Zeile 15 von oben lies „40° Bé" statt „4° Bé".
„ 853 „ 2 von unten lies „Wenn" statt „Wie".
„ 860 in Fig. 203 rechts lies „n" statt „m" am unteren Rohre.
„ 867 Zeile 16 und 17 von oben lies „wurden dieselben" statt „wurde derselbe".
„ 872 „ 8 von unten lies „*d*" statt „*m*".
„ 880 „ 4 von unten lies „5,126" statt „4,651".
„ 889 muss es unter Fig. 209 heissen „Maassstab 1 : 60".

Rudolf Lang / Buchbinderei
München / Augu[illegible]

BSB Bayerische StaatsBibliothek

MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Walkhoff, Louis

Der praktische Rübenzuckerfabrikant und Raffinadeur e. Lehr- u. Hülfsbuch für Rübenzuckerfabrikanten, Betriebsdirigenten, Siedemeister, Maschinenbauer, Ingenieure, Landwirthe u. Studirende an landwirtschaftl. Lehranst

Braunschweig 1867

40.160

urn:nbn:de:bvb:12-bsb10701826-1